

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005年2月3日 (03.02.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/011034 A1

- (51) 国際特許分類: H01M 8/00,
8/04, H02J 3/00, 3/46, 3/38
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/010992
- (22) 国際出願日: 2004年7月26日 (26.07.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-279838 2003年7月25日 (25.07.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田中 良

和 (TANAKA, Yoshikazu). 西川 隆 (NISHIKAWA, Takashi). 尾関 正高 (OZEKI, Masataka). 中村 彰成 (NAKAMURA, Akinari).

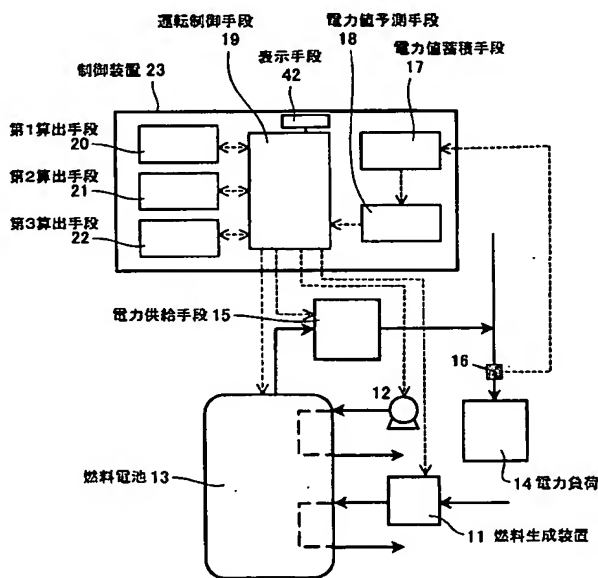
(74) 代理人: 角田 嘉宏, 外 (SUMIDA, Yoshihiro et al.); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町123番地の1 貿易ビル3階有古特許事務所 Hyogo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: FUEL CELL SYSTEM

(54) 発明の名称: 燃料電池システム



- 20...FIRST CALCULATING MEANS
21...SECOND CALCULATING MEANS
22...THIRD CALCULATING MEANS
23...CONTROL DEVICE
19...OPERATION CONTROLLING MEANS
42...DISPLAY MEANS
18...POWER VALUE ESTIMATING MEANS
17...POWER VALUE STORING MEANS
15...POWER SUPPLYING MEANS
13...FUEL CELL
14...POWER LOAD
11...FUEL PRODUCING DEVICE

(57) Abstract: A fuel cell system determines estimated startup time of a fuel cell (13) based on the following: a fuel cell (13), load value detecting means (16) for detecting a load value of an electric power load or heat load produced by an object (14) to which power from the fuel cell system is supplied, load value storing means (17) for storing a history of the load value detected by the load value detecting means (16), load value estimating means (18) for estimating a load value likely to occur afterward based on the history of the load value and storing the estimated load value as load value data, and the load value data.

(57) 要約: 本発明の燃料電池システムは、燃料電池 (13) と、燃料電池システムの供給対象 (14) が発生させる電力又は熱の負荷の負荷値を検出する負荷値検出手段 (16) と、負荷値検出手段 (16) によって検出される前記負荷値の履歴を記憶する負荷値蓄積手段 (17) と、前記負荷値の履歴に基づいて、今後発生しうる負荷値を予測して、その予測負荷値を負荷値データとして記憶する負荷値予測手段 (18) と、前記負荷値データに基づいて、燃料電池 (13) の起動予定時刻を決定する、燃料電池システムである。



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

燃料電池システム

〔技術分野〕

本発明は、燃料電池を用いて発電を行う燃料電池システムに関する。

5 〔技術背景〕

従来の燃料電池システムとしては、経済的に発電運転を行うため、電力負荷や熱負荷の状況に応じて運転を変更するものがあった。例えば、電力負荷で必要とする電力を供給する場合に、その電力を燃料電池が発電するために要するコストと電力系統が供給するために要するコストを比較して、燃料電池が供給するか否かを判断して燃料電池の運転の是非を判断する燃料電池システムが記載されている（例えば、特開 2 0 0 2 - 1 9 0 3 0 8 号公報）。

図 1 7 は、特開 2 0 0 2 - 1 9 0 3 0 8 号公報に記載された従来の燃料電池システムを示すものである。図 1 7 において、燃料生成装置 1 1 は、天然ガスなどの原料を水蒸気を含む雰囲気下で改質反応を行い水素を含む燃料ガスを生成し、燃料電池 1 3 に供給する。燃料電池 1 3 は、燃料生成装置 1 1 から供給された燃料ガスと酸化剤供給手段 1 2 により供給された空気などの酸化剤ガスとの電気化学反応により電力を発生させる。発生した電力は、電力供給手段 1 5 により電力負荷 1 4 に供給される。電力値検出手段 1 6 は、電力負荷 1 4 で使用される電力を検出し、制御装置 2 3 は、検出された電力を燃料電池 1 3 が発電し供給する場合のコストと電力系統が供給する場合のコストとを比較し、安い電力供給源を判定する。燃料電池 1 3 が発電する場合の方が安ければ、電力供給手段 1 5 は電力負荷 1 4 に燃料電池 1 3 から電力を供給する。

25 他方で、燃料電池システムは、発電を開始するまでに燃料電池などを含む各部の温度を発電可能な温度まで上げる必要があり、そのためのエネルギーが必要となる。しかしながら、上記のような従来の燃料電池システムでは、起動に必要とされるエネルギーが考慮されておらず、起動

及び停止の回数が多い場合には実際のコストと算出されるコストとの乖離が大きくなるという問題があった。

〔発明の開示〕

本発明は、起動に係るエネルギーを考慮して合理的に燃料電池を運転
5 させる燃料電池システムを提供することを目的としている。

上記目的を達成するために、第1の本発明の燃料電池システムは、燃料電池と、燃料電池システムの供給対象が発生させる電力又は熱の負荷の負荷値を検出する負荷値検出手段と、前記負荷値検出手段によって検出される前記負荷値の履歴を記憶する負荷値蓄積手段と、前記負荷値の履歴に基づいて、今後発生しうる負荷値を予測して、その予測負荷値を負荷値データとして記憶する負荷値予測手段と、前記負荷値データに基づいて、前記燃料電池の起動予定時刻を決定する、燃料電池システムである。これによって、燃料電池システムは、電力供給対象の電力負荷を予測して起動予定時刻を決定することができるので、省エネルギー、地球
10 温暖化の防止及び経済性の面で有利な場合に燃料電池を運転する燃料電池システムを提供することができる。ここで、燃料電池の起動には、燃料電池自体のみならず燃料電池の起動に必要な諸設備、例えば、燃料生成装置、酸化剤供給手段等の起動も含まれる。

第2の発明は、前記負荷値は、前記燃料電池システムの電力供給対象
20 の電力負荷である電力値であり、前記負荷値データが電力値データである、燃料電池システムである。

第3の発明は、電力供給に費やされる一次エネルギー量、それによって発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかを算出する算出手段をさらに備え、前記算出手段が、所定の時間帯の前記電力値データに基づいて、前記燃料電池によって電力供給をする場合と電力系統によって電力供給をする場合とにおける、それぞれの前記一次エネルギー量、前記二酸化炭素量あるいは前記コストのいずれかを算出し、前記算出手段による算出値を比較し、前記電力系統によって電力
25

供給をする場合の方が算出値が大きい場合には、前記時間帯の開始時刻を前記起動予定時刻として決定する、燃料電池システムである。

第4の発明及び第16の発明は、前記算出手段は、前記燃料電池の起動に費やされる一次エネルギー量、それによって発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかを考慮して、前記燃料電池によって電力供給、あるいは電力供給及び熱供給をする場合における電力供給、あるいは電力供給及び熱供給に費やされる一次エネルギー、それによって発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかを算出する、燃料電池システムである。また、第5の発明及び第17の発明は、前記算出手段は、前記燃料電池の温度に基づいて、前記燃料電池の起動に費やされる一次エネルギー量、それによって発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかを算出する、燃料電池システムである。これによって、燃料電池システムは、燃料電池の起動から発電開始までに費やされる一次エネルギー等を予測することができるので、よりの確な運転の判断を行う燃料電池システムを提供することができる。

第6の発明及び第18の発明は、原料から水素を含む燃料を生成する燃料生成装置をさらに備え、前記算出手段は、前記燃料電池の起動に費やされる一次エネルギー量、それによって発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかを考慮して、前記燃料電池によって電力供給、あるいは電力供給及び熱供給をする場合における電力供給あるいは電力供給及び熱供給に費やされる一次エネルギー、それによって発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかを算出する燃料電池システムである。また、第7の発明及び第19の発明は、前記算出手段は、前記燃料生成装置の温度に基づいて、前記燃料電池の起動に費やされる一次エネルギー量、それによって発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかを算出する、燃料電池システムである。これによって、燃料電池システムは、燃料生成

装置の暖機も含めて、燃料電池の起動から発電開始までに費やされる一次エネルギー等を予測することができるので、よりの確な運転の判断を行う燃料電池システムを提供することができる。

5 第 8 の発明及び第 20 の発明は、入力手段をさらに備え、前記入力手段によって、前記算出手段の算出項目を一次エネルギー、二酸化炭素あるいはコストから選択することができる、燃料電池システムである。これによって、使用者が選好して燃料電池システムの動作を切り換えることができるので、使用者の省エネルギー、地球温暖化の防止及び経済性の面への関心を呼び起こすことができる。

10 第 9 の発明及び第 21 の発明は、表示手段をさらに備え、前記算出手段の算出値を用いて、前記燃料電池によって電力供給、あるいは電力供給及び熱供給をする場合と、電力系統によって電力供給、あるいは電力系統及び外部の熱供給手段によって電力供給及び熱供給をする場合とにおける一次エネルギー、二酸化炭素量あるいはコストのいずれかの差分
15 を算出し、前記表示手段が、その差分を表示する、燃料電池システムである。これによって、使用者は、省エネルギー、地球温暖化の防止あるいは経済性を具体的な数字によって認知できるので、使用者の省エネルギー、地球温暖化の防止及び経済性の面への関心を呼び起こすことができる。

20 第 10 の発明は、前記燃料電池の排熱を回収して蓄える蓄熱手段と、前記蓄熱手段の蓄熱を外部に熱供給する熱供給手段とをさらに備え、前記算出手段は、前記時間帯の前記電力値データに基づいて、前記蓄熱手段によって回収される熱量と、該熱量が外部の熱供給手段によって供給される場合において該熱量の供給に費やされる一次エネルギー、それによ
25 って発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかとをさらに算出することによって、前記燃料電池によって電力供給及び熱供給をする場合と電力系統及び外部の熱供給手段によって電力供給及び熱供給をする場合とにおける、それぞれの前記一次エネルギー量、

前記二酸化炭素量あるいは前記コストのいずれかを算出し、前記算出手段による算出値を比較し、前記電力系統及び外部の熱供給手段によって電力供給及び熱供給をする場合の方が算出値が大きい場合には、前記時間帯の開始時刻を前記起動予定時刻として決定する、燃料電池システムである。これによって、熱電併給をする燃料電池システムにおいても、燃料電池の起動から停止までが省エネルギー、地球温暖化の防止及び経済性の面で有利な場合に燃料電池を運転する燃料電池システムを提供することができる。

第 1 1 の発明は、前記起動予定時刻は、所定の更新時間毎に更新される、燃料電池システムである。これによって、定期的に動作の適否が判断されるので、よりの確な運転の判断を行う燃料電池システムを提供することができる。

第 1 2 の発明は、表示手段をさらに備え、前記表示手段は、前記起動予定時刻を表示する、燃料電池システムである。これによって、使用者は、燃料電池の起動停止を把握できるので、使用者の省エネルギー、地球温暖化の防止及び経済性の面への関心を呼び起こすことができる。

第 1 3 の発明は、前記表示手段は、過去の運転履歴を表示する、燃料電池システムである。これによって、使用者は、燃料電池の起動及び停止を把握できるので、使用者の省エネルギー、地球温暖化の防止及び経済性の面への関心を呼び起こすことができる。

第 1 4 の発明は、前記燃料電池の排熱を回収して蓄える蓄熱手段と、前記蓄熱手段の蓄熱を外部に熱供給する熱供給手段と、前記蓄熱手段の蓄熱量を検出する蓄熱量検出手段とをさらに備え、前記負荷値は、前記燃料電池システムの熱供給対象の熱負荷である熱量値である、燃料電池システムである。これによって、熱電併給をする燃料電池システムが熱負荷に追従して燃料電池を運転する場合においても、燃料電池の起動から停止までが省エネルギー、地球温暖化の防止及び経済性の面で有利な場合に燃料電池を運転する燃料電池システムを提供することができる。

第 1 5 の発明は、熱供給及び電力供給に費やされる一次エネルギー量、それによって発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかを算出する算出手段をさらに備え、前記算出手段が、所定の時間帯の前記熱量値データに基づいて、前記燃料電池によって電力供給及び熱供給をする場合と電力系統及び外部の熱供給手段によって電力供給及び熱供給をする場合とにおける、それぞれの前記一次エネルギー量、前記二酸化炭素量あるいは前記コストのいずれかを算出し、前記算出手段による算出値を比較し、前記電力系統及び外部の熱供給手段によって電力供給及び熱供給をする場合の方が算出値が大きい場合には、前記時間帯の開始時刻を前記起動予定時刻として決定する、燃料電池システムである。

第 2 2 の発明は、前記燃料電池の排熱を回収して蓄える蓄熱手段と、前記蓄熱手段の蓄熱を外部に熱供給する熱供給手段と、前記蓄熱手段の蓄熱量を検出する蓄熱量検出手段と、選択手段とをさらに備え、前記選択手段によって、前記負荷値を、前記燃料電池システムの熱供給対象の熱負荷である熱量値、あるいは前記燃料電池システムの電力供給対象の電力負荷である電力値から選択し、該選択によって前記負荷値データが電力値データあるいは熱量値データのいずれかから選択される、燃料電池システムである。これによって、燃料電池システムの使用状況に応じて、熱負荷追従運転あるいは電力負荷追従運転を選択することができる。

第 2 3 の発明は、前記負荷値蓄積手段は、在宅時及び留守時を区別して前記負荷値を蓄積し、前記選択手段によって、前記燃料電池の起動予定時刻の決定を、在宅時における前記電力値データに基づく決定と、留守時における前記電力値データに基づく決定と、在宅時における前記熱量値データに基づく決定と、留守時における前記熱量値データに基づく決定とから任意に選択することができる、燃料電池システムである。これによって、電力値及び熱量値の予測をよりの的確にすることができる。

第 2 4 の発明は、前記燃料電池の起動予定時刻を任意に設定すること

ができる運転時刻設定手段をさらに備える、燃料電池システムである。これによって、使用者の行動予定も考慮して燃料電池の起動を設定することができるので、よりの確に燃料電池システムを運転させることができる。

- 5 本発明の上記目的、他の目的、特徴、及び利点は、添付図面参照の下、以下の好適な実施態様の詳細な説明から明らかにされる。

〔図面の簡単な説明〕

図 1 は、本発明の実施の形態 1 による燃料電池システムの構成図である。

- 10 図 2 は、本発明の実施の形態 1 による燃料電池システムの制御の流れの前半部を示すフローチャートである。

図 3 は、本発明の実施の形態 1 による燃料電池システムの制御の流れの後半部を示すフローチャートである。

- 15 図 4 は、本発明の実施の形態 2 による燃料電池システムの制御の流れの後半部を示すフローチャートである。

図 5 は、本発明の実施の形態 3 による燃料電池システムの制御の流れの後半部を示すフローチャートである。

図 6 は、本発明の実施の形態 4 による燃料電池システムの構成図である。

- 20 図 7 は、本発明の実施の形態 4 による燃料電池システムの制御の流れの後半部を示すフローチャートである。

図 8 は、本発明の実施の形態 5 による燃料電池システムの制御の流れの後半部を示すフローチャートである。

- 25 図 9 は、本発明の実施の形態 6 による燃料電池システムの制御の流れの後半部を示すフローチャートである。

図 10 は、本発明の実施の形態 7 による燃料電池システムの構成図である。

図 11 は、本発明の実施の形態 7 による燃料電池システムの制御の流

れの前半部を示すフローチャートである。

図 1 2 は、本発明の実施の形態 7 による燃料電池システムの制御の流れの後半部を示すフローチャートである。

図 1 3 は、本発明の実施の形態 8 による燃料電池システムの制御の流れの後半部を示すフローチャートである。

図 1 4 は、本発明の実施の形態 9 による燃料電池システムの制御の流れの後半部を示すフローチャートである。

図 1 5 は、本発明の実施の形態 1 0 による燃料電池システムの構成図である。

10 図 1 6 は、本発明の実施の形態 1 0 による燃料電池システムの制御の流れの前半部を示すフローチャートである。

図 1 7 は、従来の燃料電池システムの構成図である。

〔発明を実施するための最良の形態〕

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら説明する。

15 (実施の形態 1)

図 1 は、本発明の実施の形態 1 における燃料電池システムを示す構成図である。本実施の形態における燃料電池システムは、天然ガスなどの原料から水素を含む燃料ガスを生成する燃料生成装置 1 1 と、酸化剤を供給する酸化剤供給手段 1 2 と、燃料生成装置 1 1 から供給される燃料ガスと酸化剤供給手段 1 2 から供給される空気などの酸化剤ガスとの電気化学反応により電力と熱を発生させる燃料電池 1 3 と、燃料電池 1 3 で発生した電力をエアコンや冷蔵庫などの電力負荷 1 4 に供給する電力供給手段 1 5 と、電力負荷 1 4 で使用する電力を検出する電力値検出手段 1 6 と、燃料電池システムの動作を制御する制御装置 2 3 とで構成されている。

電力供給手段 1 5 は、インバーター、開閉器などによって構成されている。

制御装置 2 3 は、電力値検出手段 1 6 の検出値を蓄積する電力値蓄積

手段 1 7 と、記憶された電力値の履歴から電力負荷 1 4 で使用される電力値 W_t (t 分後の電力値 W_t) を予測し、その電力値 W_t によって構成される電力値データを記憶する電力値予測手段 1 8 と、運転制御手段 1 9 と、表示手段 4 2 とを有する。ここで、燃料電池 1 3 の起動には、燃料電池 1 3 自体のみならず燃料電池の起動に必要な諸設備、例えば、燃料生成装置 1 1、酸化剤供給手段 1 2 等も含まれる。

運転制御手段 1 9 は、電力値予測手段 1 8 により記憶された電力値データに基づいて燃料電池の起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 及び停止予定時刻 T_3 を決定するとともに、これら時刻 T_1 、 T_2 及び T_3 に基づいて、燃料電池 1 3 を起動、発電開始及び停止させる。

さらに、ここでは、制御装置 2 3 は、電力値データに基づく演算を行って演算結果を運転制御手段 1 9 に提供する算出手段 2 0、2 1、2 2 を備えている。第 1 の算出手段 2 0 は、電力値データの所定の時間帯の電力値を燃料電池 1 3 により発電して供給する場合に費やされる一次エネルギー量を算出する。第 2 の算出手段 2 1 は、電力値データの所定の時間帯の電力値を電力系統が供給する場合に費やされる一次エネルギー量を算出する。第 3 の算出手段 2 2 は、燃料電池 1 3、燃料生成装置 1 1 など燃料電池システムを起動する際に費やされる一次エネルギー量を算出する。

また、運転制御手段 1 9 は、タイマー（図示せず）を備え、所定の更新時間毎に、運転制御手段 1 9 が、起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 を更新するように動作させる。これによって、定期的に動作の適否が判定されるので、よりの確な燃料電池システムの動作を実現することができる。

表示手段 4 2 は、運転制御手段 1 9 に設定されている起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 を表示する。さらに、表示手段 4 2 は、電力値蓄積手段 1 7 に蓄積されている電力値の履歴の中から、過去の発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 の間、すな

わち燃料電池システムの発電による電力値履歴を表示する。さらに、表示手段 42 は、後述するステップ S14A、S14B あるいは S14C において比較される値の間の差分を運転制御手段 19 が演算し、その演算結果を表示する。これによって、使用者のエネルギー資源、環境負荷あるいは経済性への関心を引き起こすことができる。

制御装置 23 内は、例えばマイコンで構成されている。そして、制御装置 23 が有する各手段 17 乃至 22 は、このマイコンの内部メモリに格納された所定のプログラム（以下時刻決定プログラムという）を CPU が実行することによって実現される。そして、この時刻決定プログラムの実行において、必要なデータは、例えば、マイコンの内部メモリに記憶される。

以上のように構成された本実施の形態について、燃料電池の起動を開始するまでの動作を説明する。図 2 および図 3 は燃料電池システムの制御の流れ、すなわち時刻決定プログラムの内容を示すフローチャートである。

図 2 に示すように、ステップ S1 において、電力値検出手段 16 は、継続的に電力値を検出し、電力値蓄積手段 17 が、その検出された電力値を蓄積して記憶する。ここでは、電力値検出手段 16 は、1 秒間隔毎に電力値を検出する。

ステップ S2 において、電力値予測手段 18 は、電力値蓄積手段 17 に蓄積された電力値の履歴に基づいて、今後 24 時間先までに電力負荷 14 で使用されるであろう 1 分単位の電力値 W_t を予測して、電力値データとして記憶する。

次に、運転制御手段 19 は、電力値予測手段 18 に記憶されている電力値データに基づいて、所定の値、ここでは燃料電池 13 の最低発電量 W_{min} より高い電力値が多く分布する時間帯を選定する。

ここでは、ステップ S3 において、運転制御手段 19 が、時刻 T に現在時刻 T_0 を代入する。

ステップS4において、運転制御手段19が、Tから所定時間 X_1 （例えば30分間）後までの電力値 W_t （ $W_T \sim W_{T+30}$ までの30個）の $Y_1\%$ 以上（例えば80%、24個以上）が燃料電池システムの最低発電量 W_{min} 以上であるかどうかを判定する。YesならばステップS5で、T
5 を起動予定時刻 T_1 と仮定する。Noならば、ステップS6で、Tから1分後の時刻をTとし（ $T = T + 1 \text{ min}$ ）、ステップS4に戻る。

ステップS7-1では、運転制御手段19が、起動所要時間 T_s （例えば60分間）を時刻Tに加え発電開始予定時刻 T_2 と仮定する。

ステップS7-2において、運転制御手段19が、Tに発電開始予定
10 時刻 T_2 を代入する。

ステップS7-3において、運転制御手段19が、Tから所定時間 X_1 （例えば30分間）後までの電力値 W_t （ $W_T \sim W_{T+30}$ までの30個）の $Y_1\%$ 以上（例えば80%、24個以上）が燃料電池システムの最低
15 発電量 W_{min} 以上であるかどうかを判定する。YesならばステップS8に進む。Noならば、ステップS7-4で、Tから（起動所要時間 $T_s - 1$ 分）前の時刻をTとし、ステップS4に戻る。

ステップS8では、運転制御手段19が、Tから所定時間 X_2 （例えば60分間）後までの電力値 W_t （ $W_T \sim W_{T+60}$ までの60個）の $Y_2\%$ 以上（例えば80%、48個以上）が燃料電池システムの最低発電量
20 W_{min} 未満であるかどうかを判定する。YesならばステップS9で、Tを停止予定時刻 T_3 と仮定する。Noならば、ステップS10で、Tから1分後の時刻をTとし、ステップS8に戻る。

以上のようにして、燃料電池の起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 が仮定された後、図2のIに続く図3のI
25 以降のステップに進み、消費される一次エネルギー量を考慮して起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 が決定される。

ステップS11Aにおいて、第1の算出手段20は、燃料電池13が発電して供給する場合に、電力値データの発電開始予定時刻 T_2 から停

止予定時刻 T_3 までの間の 1 分ごとの電力値 W_t の発電に必要な原料ガス量 Q_{GFCEt} を、燃料電池 13、燃料生成装置 11 などを含めた燃料電池システムの発電効率 E_{WE} に基づいて (1) 式により算出する。そして、単位原料ガス当たりの一次エネルギー量 A_{GFCB} に基づいて、発電開始予定時刻 T_2 から停止予定時刻 T_3 までの間を燃料電池システムが発電して電力供給する場合に費やされる一次エネルギー量 A_{FCEt} を (2A) 式により算出し、 A_{FCEt} を T_2 から T_3 まで積算した値を燃料電池発電一次エネルギー量 A_{FCE} とする。

$$Q_{GFCEt} = W_t / E_{WE} \quad (1)$$

10 $A_{FCEt} = Q_{GFCEt} \cdot A_{GFCB} \quad (2A)$

ステップ S12A において、第 3 の算出手段 22 は、燃料電池システムを起動する際に費やされる一次エネルギー量を算出し、燃料電池起動一次エネルギー量 A_{FCS} とする。そして、運転制御手段 19 が、第 1 の算出手段 20 から出力された燃料電池発電一次エネルギー量 A_{FCE} と第 15 3 の算出手段 22 から出力された燃料電池起動一次エネルギー量 A_{FCS} とを合計して第 1 の燃料電池一次エネルギー量 A_{FC1} とする。

ステップ S13A において、第 2 の算出手段 21 が、電力系統の単位電力当たりの一次エネルギー量 A_{EB} に基づいて、電力値データの発電開始予定時刻 T_2 から停止予定時刻 T_3 までの間の 1 分ごとの電力値 W_t を電力系統が供給する場合に費やされる一次エネルギー量 A_{Et} を (3A) 式により算出し、 A_{Et} を T_2 から T_3 まで積算した値を電力系統一次エネルギー量 A_E とする。

$$A_{Et} = W_t \cdot A_{EB} \quad (3A)$$

ステップ S14A において、運転制御手段 19 が、第 1 の燃料電池一次エネルギー量 A_{FC1} と電力系統一次エネルギー量 A_E とを比較する。第 1 の燃料電池一次エネルギー量 A_{FC1} が電力系統一次エネルギー量 A_E 以下ならば、ステップ S15A に進み、起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 を決定し、ステップ S17A におい

て、運転制御手段 19 が起動予定時刻 T_1 に燃料電池システムを起動する。他方、第 1 の燃料電池一次エネルギー量 A_{FC1} が電力系統一次エネルギー量 A_E より大きければ、ステップ S 16 A に進み、運転制御手段 19 は、起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 の仮定を取り消し、すなわち起動予定時刻 T_1 における燃料電池の起動を禁止し、ステップ S 18 A において運転制御手段 19 が時刻 T に運転停止予定時刻 T_3 を代入し、図 3 の I I に続く図 2 の I I からステップ S 4 に戻り、以降のステップをくり返す。

以上により、燃料電池の起動時において費やされる一次エネルギー量も含めた燃料電池システムによって消費される一次エネルギー量と、電力系統によって消費される一次エネルギー量とを比較して燃料電池システムの運転及び停止の判断を行うことができる。これによって、燃料電池システムが頻繁に起動・停止をくり返すような運転状態においても、無駄なエネルギーの消費を抑制して燃料電池システムを運転させることが可能となる。

(実施の形態 2)

図 4 は、本発明の実施の形態 2 における燃料電池システムの制御の流れの後半部を示すフローチャートである。実施の形態 2 は、実施の形態 1 における燃料電池システムの運転制御手段 19 が二酸化炭素（以下 CO_2 と略す）の発生量において比較をして起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 を決定するように構成されている。すなわち、第 1 の算出手段 20 は、電力値データの所定の時間帯の電力値を燃料電池 13 により発電して供給する場合に発生する CO_2 量を算出する。第 2 の算出手段 21 は、電力値データの所定の時間帯の電力値を電力系統が供給する場合に発生する CO_2 量を算出する。第 3 の算出手段 22 は、燃料電池 13、燃料生成装置 11 など燃料電池システムを起動する際に発生する CO_2 量を算出する。

したがって、実施の形態 2 における燃料電池システムの構成及び燃料

電池システムの制御の流れの前半部を示すフローチャートは、実施の形態 1 の図 1 及び図 2 と同じ構成であるので、説明は省略する。

以下、燃料電池システムの制御の流れの後半部を説明する。

図 4 に示すように、ステップ S 1 1 B において、第 1 の算出手段 2 0
 5 は、燃料電池 1 3 が発電して供給する場合に、電力値データの発電開始
 予定時刻 T_2 から停止予定時刻 T_3 までの間の 1 分ごとの電力値 W_t の発
 電に必要な原料ガス量 Q_{GFCEt} を、燃料電池システムの発電効率 E_{WE} に
 基づいて (1) 式により算出する。そして、単位原料ガス当たりの CO_2
 2 発生量 B_{GFCEB} に基づいて、発電開始予定時刻 T_2 から停止予定時刻 T
 10 3 までの間を燃料電池システムが発電して電力供給する場合に発生する
 CO_2 量 B_{FCEt} を (2 B) 式により算出し、 B_{FCEt} を T_2 から T_3 まで
 積算した値を燃料電池発電 CO_2 発生量 B_{FCE} とする。

$$B_{FCEt} = Q_{GFCEt} \cdot B_{GFCEB} \quad (2B)$$

ステップ S 1 2 B において、第 3 の算出手段 2 2 は、燃料電池システ
 15 ムを起動する際に発生する CO_2 量を算出し、燃料電池起動 CO_2 発生量
 B_{FCS} とする。そして、運転制御手段 1 9 が、第 1 の算出手段 2 0 から
 出力された燃料電池発電 CO_2 発生量 B_{FCE} と第 3 の算出手段 2 2 から
 出力された燃料電池起動 CO_2 発生量 B_{FCS} とを合計して第 1 の燃料電
 池 CO_2 発生量 B_{FC1} とする。

20 ステップ S 1 3 B において、第 2 の算出手段 2 1 が、電力システムの単位
 電力当たりの CO_2 発生量 B_{EB} に基づいて、電力値データの発電開始予
 定時刻 T_2 から停止予定時刻 T_3 までの間の 1 分ごとの電力値 W_t を電力
 システムが供給する場合に発生する CO_2 量 B_{Et} を (3 B) 式により算出し、
 B_{Et} を T_2 から T_3 まで積算した値を電力システム CO_2 発生量 B_E とする。

$$B_{Et} = W_t \cdot B_{EB} \quad (3B)$$

25 ステップ S 1 4 B において、運転制御手段 1 9 が、第 1 の燃料電池 CO_2
 発生量 B_{FC1} と電力システム CO_2 発生量 B_E とを比較する。第 1 の燃料
 電池 CO_2 発生量 B_{FC1} が電力システム CO_2 発生量 B_E 以下ならば、ステッ

プ S 1 5 B に進み、起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止
予定時刻 T_3 を決定し、ステップ S 1 7 B において、運転制御手段 1 9
が起動予定時刻 T_1 に燃料電池システムを起動する。他方、第 1 の燃料
電池 CO_2 発生量 B_{FC1} が電力系統 CO_2 発生素量 B_E より大きければ、
5 ステップ S 1 6 B に進み、運転制御手段 1 9 は、起動予定時刻 T_1 、発
電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 の仮定を取り消し、すなわ
ち起動予定時刻 T_1 における燃料電池の起動を禁止し、ステップ S 1 8
B において、運転制御手段 1 9 は時刻 T に運転停止予定時刻 T_3 を代入
し、図 3 の I I に続く図 2 の I I からステップ S 4 に戻り、以降のステ
10 ップをくり返す。

以上により、燃料電池の起動時において発生する CO_2 量も含めた燃
料電池システムにおいて発生する CO_2 量と、電力系統において発生す
る CO_2 量とを比較して燃料電池システムの運転及び停止の判断を行う
ことができる。これによって、燃料電池システムが頻繁に起動・停止を
15 くり返すような運転状態においても、 CO_2 の発生を抑制し、ひいては
地球温暖化の防止に貢献するようにして、燃料電池システムを運転させ
ることが可能となる。

(実施の形態 3)

図 5 は、本発明の実施の形態 3 における燃料電池システムの制御の流
20 れの後半部を示すフローチャートである。実施の形態 3 は、実施の形態
1 における燃料電池システムの運転制御手段 1 9 がコストにおいて比
較をして起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻
 T_3 を決定するように構成されている。すなわち、第 1 の算出手段 2 0
は、電力値データの所定の時間帯の電力値を燃料電池 1 3 が発電して供
25 給する場合にかかるコストを算出する。第 2 の算出手段 2 1 は、電力値
データの所定の時間帯の電力値を電力系統が供給する場合にかかるコ
ストを算出する。第 3 の算出手段 2 2 は、燃料電池 1 3、燃料生成装置
1 1 など燃料電池システムを起動する際にかかるコストを算出する。

したがって、実施の形態 3 における燃料電池システムの構成及び燃料電池システムの制御の流れの前半部を示すフローチャートは、実施の形態 1 の図 1 及び図 2 と同じ構成であるので、説明は省略する。

以下、燃料電池システムの制御の流れの後半部を説明する。

- 5 図 5 に示すように、ステップ S 1 1 C において、第 1 の算出手段 2 0 は、燃料電池 1 3 が発電して供給する場合に、電力値データの発電開始予定時刻 T_2 から停止予定時刻 T_3 までの間の 1 分ごとの電力値 W_t の発電に必要な原料ガス量 Q_{GFCEt} を、燃料電池システムの発電効率 E_{WE} に基づいて (1) 式により算出する。そして、原料ガスの従量料金 C_{GFCB}
- 10 に基づいて、発電開始予定時刻 T_2 から停止予定時刻 T_3 までの間を燃料電池システムが発電して電力供給する場合にかかるコスト C_{FCEt} を (2 C) 式により算出し、 C_{FCEt} を T_2 から T_3 まで積算した値を燃料電池発電コスト C_{FCE} とする。

$$C_{FCEt} = Q_{GFCEt} \cdot C_{GFCB} \quad (2C)$$

- 15 ステップ S 1 2 C において、第 3 の算出手段 2 2 は、燃料電池システムを起動する際にかかるコストを算出し、燃料電池起動コスト C_{FCS} とする。そして、運転制御手段 1 9 が、第 1 の算出手段 2 0 から出力された燃料電池発電コスト C_{FCE} と第 3 の算出手段 2 2 から出力された燃料電池起動コスト C_{FCS} とを合計して第 1 の燃料電池コスト C_{FC1} とする。

- 20 ステップ S 1 3 C において、第 2 の算出手段 2 1 が、電力系統の従量料金 C_{EB} に基づいて、電力値データの発電開始予定時刻 T_2 から停止予定時刻 T_3 までの間の 1 分ごとの電力値 W_t を電力系統が供給する場合にかかるコスト C_{Et} を (3 C) 式により算出し、 C_{Et} を T_2 から T_3 まで積算した値を電力系統コスト C_E とする。

25 $C_{Et} = W_t \cdot C_{EB} \quad (3C)$

ステップ S 1 4 C において、運転制御手段 1 9 が、第 1 の燃料電池コスト C_{FC1} と電力系統コスト C_E とを比較する。第 1 の燃料電池コスト C_{FC1} が電力系統コスト C_E 以下ならば、ステップ S 1 5 C に進み、起

動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 を決定し、ステップ S 1 7 C において、運転制御手段 1 9 が起動予定時刻 T_1 に燃料電池システムを起動する。他方、第 1 の燃料電池コスト C_{FC1} が電力系統コスト C_E より大きければ、ステップ S 1 6 C に進み、運転制御手段 1 9 は、起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 の仮定を取り消し、すなわち起動予定時刻 T_1 における燃料電池の起動を禁止し、ステップ S 1 8 C において、運転制御手段 1 9 は、時刻 T に運転停止予定時刻 T_3 を代入し、図 3 の I I に続く図 2 の I I からステップ S 4 に戻り、以降のステップをくり返す。

10 以上により、燃料電池の起動時におけるコストも考慮した燃料電池システムのコストと、電力系統コストとを比較して燃料電池システムの運転及び停止の判断を行うことができる。これによって、燃料電池システムが頻繁に起動・停止をくり返すような運転状態においても、燃料電池システムを経済的に運転させることが可能となる。

15 また、制御装置 2 3 は、切換スイッチ、キーボード、マウス等の入力手段（図示せず）と、実施の形態 1 乃至実施の形態 3 のそれぞれの第 1 乃至第 3 の算出手段と、運転制御手段 1 9 と、表示手段 4 2 とを備え、入力手段によって、実施の形態 1 乃至実施の形態 3 を選択できるようにするとよい。これによって、使用者の選好によって燃料電池システムの動作を切り換えることができる。

（実施の形態 4）

図 6 は、本発明の実施の形態 4 における燃料電池システムを示す構成図である。実施の形態 1 と同様の構成要素については、同一符号を付与し、その説明を省略する。

25 本実施の形態における燃料電池システムは、図 1 の燃料電池システムの構成に加えて、燃料電池 1 3 を所定の温度に維持する冷却水を循環する冷却水経路 2 4 と、冷却水経路 2 4 に冷却水を通流する冷却水ポンプ 2 5 と、蓄熱手段 2 7 と、冷却水が燃料電池 1 3 より回収した熱を貯湯

水に伝熱する熱交換器 2 6 と、貯湯水により燃料電池 1 3 から熱を回収し温水として蓄熱手段 2 7 に蓄積する貯湯水経路 2 8 と、貯湯水経路 2 8 に貯湯水を通流させる貯湯水ポンプ 2 9 と、蓄熱手段 2 7 から給湯や暖房などの熱負荷 3 0 に供給する熱供給手段 3 1 とをさらに備えている。

- 5 制御装置 2 3 は、電力値データに基づく演算を行って演算結果を運転制御手段 1 9 に提供する第 4 の算出手段 3 6 をさらに備えている。

- 第 4 の算出手段 3 6 は、電力値データの所定の時間帯の電力値に応じて燃料電池システムにおいて回収される熱量に相当する熱量を、熱供給系統 3 5 が供給する場合に費やされる一次エネルギー量を算出する。こ
10 こで、熱供給系統 3 5 は、スチームラインやガス給湯器など外部の熱供給手段によって構成されている。

- 以上のように構成された実施の形態 4 について、燃料電池の起動を開始するまでの動作を説明する。図 7 は燃料電池システムの制御の流れの後半部を示すフローチャートである。実施の形態 4 における燃料電池シ
15 ステムの動作は、ステップ 1 1 1 A 以前の動作は、ステップ S 1 0 までの燃料電池システムの制御の流れを示すフローチャート、すなわち実施の形態 1 の図 2 と同じであるので、説明は省略する。

以下、燃料電池システムの制御の流れの後半部を説明する。

- 図 2 のステップ S 1 0 までにおいて、燃料電池の起動予定時刻 T_1 、
20 発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 が仮定された後、図 2 の I に続く図 7 の I 以降のステップに進み、消費される一次エネルギー量を考慮して起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 が決定される。

- ステップ S 1 1 1 A から S 1 1 3 A までは、実施の形態 1、すなわち
25 図 3 のステップ S 1 1 A から S 1 3 A と同じであり、説明を省略する。

ステップ S 1 1 4 A において、第 4 の算出手段 3 6 は、電力値データの発電開始予定時刻 T_2 から停止予定時刻 T_3 までの間の 1 分ごとの電力値 W_t を燃料電池システムが発電して供給する場合に、発電に伴って

回収される回収熱量 H_{FCt} を、熱回収効率 E_{WH} に基づいて (4) 式により算出する。

$$H_{FCt} = W_t / E_{WE} \cdot E_{WH} \quad (4)$$

ステップ S 1 1 5 A において、第 4 の算出手段 3 6 は、回収熱量 H_{FCt} を熱供給系統 3 5 が供給する場合に必要な熱供給系統熱量 Q_{GHt} を、熱供給系統熱効率 E_H に基づいて (5) 式により算出する。ここで、熱供給系統熱量 Q_{GHt} は都市ガスで供給される場合には都市ガス量、スチームで供給される場合にはスチーム量として算出される。そして、熱供給系統 3 5 の単位熱量当たりの一次エネルギー量 A_{GHB} に基づいて、 H_{FCt} を熱供給系統 3 5 が供給する場合に費やされる一次エネルギー量 A_{Ht} を (6 A) 式により算出し、 A_{Ht} を T_2 から T_3 まで積算した値を熱供給系統一次エネルギー量 A_H とする。

$$Q_{GHt} = H_{FCt} / E_H \quad (5)$$

$$A_{Ht} = Q_{GHt} \cdot A_{GHB} \quad (6 A)$$

ステップ S 1 1 6 A において、運転制御手段 1 9 が、電力系統一次エネルギー量 A_E 及び熱供給系統一次エネルギー量 A_H の和と、第 1 の燃料電池一次エネルギー量 A_{FC1} とを比較する。 A_{FC1} が $A_E + A_H$ 以下ならば、ステップ S 1 1 7 A に進み、起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 を決定し、ステップ S 1 1 9 A において、運転制御手段 1 9 が起動予定時刻 T_1 に燃料電池システムを起動する。他方、 A_{FC1} が $A_E + A_H$ より大きければ、ステップ S 1 2 0 A に進み、運転制御手段 1 9 は起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 の仮定を取り消し、すなわち起動予定時刻 T_1 における燃料電池の起動を禁止し、ステップ S 1 2 0 A において、運転制御手段 1 9 は時刻 T に運転停止予定時刻 T_3 を代入し、図 7 の I I に続く図 2 の I I からステップ S 4 に戻り、以降のステップをくり返す。

本実施の燃料電池システムの構成およびその動作により、燃料電池システムでの発電に伴って発生する熱を回収して使用する場合には、

実施の形態 1 で述べた効果とともに、回収熱を供給することによって削減される熱供給システムの一次エネルギー量も反映させることができ、無駄なエネルギーの消費を抑制して燃料電池システムを運転させることが可能となる。

5 (実施の形態 5)

図 8 は、本発明の実施の形態 5 における燃料電池システムの制御の流れの後半部を示すフローチャートである。実施の形態 5 は、実施の形態 4 における燃料電池システムの運転制御手段 19 が CO_2 の発生量において比較をして起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 を決定するように構成されている。すなわち、第 1 の算出手段 20 は、電力値データの所定の時間帯の電力値を燃料電池 13 が発電して供給する場合に発生する CO_2 量を算出する。第 2 の算出手段 21 は、電力値データの所定の時間帯の電力値を電力系統が供給する場合に発生する CO_2 量を算出する。第 3 の算出手段 22 は、燃料電池 13、燃料生成装置 11 など燃料電池システムを起動する際に発生する CO_2 量を算出する。第 4 の算出手段 36 は、電力値データの所定の時間帯の電力値に応じて燃料電池システムにおいて回収される熱量に相当する熱量を、熱供給系統 35 が供給する場合に発生する CO_2 量を算出する。

したがって、実施の形態 5 における燃料電池システムの構成及び燃料電池システムの制御の流れの前半部を示すフローチャートは、実施の形態 4 の図 6 及び実施の形態 1 の図 2 と同じであるので、説明は省略する。

以下、燃料電池システムの制御の流れの後半部を説明する。

図 2 のステップ S 10 までにおいて、燃料電池の起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 が仮定された後、図 2 の I に続く図 8 の I 以降のステップに進み、発生する CO_2 量を考慮して起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 が決定される。

ステップ S 111 B から S 113 B までは、実施の形態 2、すなわち

図4のステップS11BからS13Bと同じであり、説明を省略する。

ステップS114Bは、実施の形態4、すなわち図7のステップS114Aと同じであり、説明を省略する。

5 ステップS115Bにおいて、第4の算出手段36は、回収熱量 H_{Fct} を熱供給系統35が供給する場合に必要な熱供給系統熱量 Q_{Ght} を、熱供給系統熱効率 E_H に基づいて(5)式により算出する。そして、熱供給系統35の単位熱量当たりの CO_2 発生量 B_{GHB} に基づいて、 H_{Fct} を熱供給系統35が供給する場合に発生する CO_2 量 B_{Ht} を(6B)式により算出し、 B_{Ht} を T_2 から T_3 まで積算した値を熱供給系統 CO_2 発生量 B_H とする。

$$B_{Ht} = Q_{Ght} \cdot B_{GHB} \quad (6B)$$

15 ステップS116Bにおいて、運転制御手段19が、電力系統 CO_2 発生量 B_E 及び熱供給系統 CO_2 発生量 B_H の和と、第1の燃料電池 CO_2 発生量 B_{FC1} とを比較する。 B_{FC1} が $B_E + B_H$ 以下ならば、ステップS117Bに進み、運転制御手段19が、起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 を決定し、ステップS119Bにおいて、運転制御手段19が起動予定時刻 T_1 に燃料電池システムを起動する。他方、 B_{FC1} が $B_E + B_H$ より大きければ、ステップS120Bに進み、運転制御手段19は、起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 の仮定を取り消し、すなわち起動予定時刻 T_1 における燃料電池の起動を禁止し、ステップS120Bにおいて、運転制御手段19は時刻 T に運転停止予定時刻 T_3 を代入し、図8のIIに続く図2のIIからステップS4に戻り、以降のステップをくり返す。

25 本実施の燃料電池システムの構成およびその動作により、燃料電池システムでの発電に伴って発生する熱を回収して使用する場合には、実施の形態2で述べた効果とともに、回収熱を供給をすることによって削減される熱供給系統の CO_2 発生量も反映させることができ、ひいて

は地球温暖化の防止に貢献するようにして燃料電池システムを運転させることが可能となる。

（実施の形態 6）

図 9 は、本発明の実施の形態 6 における燃料電池システムの制御の流れの後半部を示すフローチャートである。実施の形態 6 は、実施の形態 4 における燃料電池システムの運転制御手段 19 が、コストにおいて比較をして起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 を決定するように構成されている。すなわち、第 1 の算出手段 20 は、電力値データの所定の時間帯の電力値を燃料電池 13 が発電して供給する場合にかかるコストを算出する。第 2 の算出手段 21 は、電力値データの所定の時間帯の電力値を電力系統が供給する場合にかかるコストを算出する。第 3 の算出手段 22 は、燃料電池 13、燃料生成装置 11 など燃料電池システムを起動する場合にかかるコストを算出する。第 4 の算出手段 36 は、電力値データの所定の時間帯の電力値に応じて燃料電池システムにおいて回収される熱量に相当する熱量を、熱供給系統 35 が供給する場合にかかるコストを算出する。

したがって、実施の形態 6 における燃料電池システムの構成及び燃料電池システムの制御の流れの前半部を示すフローチャートは、実施の形態 4 の図 6 及び実施の形態 1 の図 2 と同じであるので、説明は省略する。

以下、燃料電池システムの制御の流れの後半部を説明する。

図 2 のステップ S10 までにおいて、燃料電池の起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 が仮定された後、図 2 の I に続く図 9 の I 以降のステップに進み、費やされるコストを考慮して起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 が決定される。

ステップ S111C から S113C までは、実施の形態 3、すなわち図 5 のステップ S11C から S13C と同じであり、説明を省略する。

ステップ S114C は、実施の形態 4、すなわち図 7 のステップ S1

1 1 4 Aと同じであり、説明を省略する。

ステップS 1 1 5 Cにおいて、第4の算出手段3 6は、回収熱量 H_{FCt} を熱供給系統3 5が供給する場合に必要な熱供給系統熱量 Q_{GHt} を、熱供給系統熱効率 E_H に基づいて(5)式により算出する。そして、熱供給系統の従量料金 C_{GHB} に基づいて、 H_{FCt} を熱供給系統3 5が供給する場合にかかるコスト C_{Ht} を(6 C)式により算出し、 C_{Ht} を T_2 から T_3 まで積算した値を熱供給系統コスト C_H とする。

$$C_{Ht} = Q_{GHt} \cdot C_{GHB} \quad (6 C)$$

ステップS 1 1 6 Cにおいて、運転制御手段1 9が、電力系統コスト C_E 及び熱供給系統コスト C_H の和と、第1の燃料電池コスト C_{FC1} とを比較する。 C_{FC1} が $C_E + C_H$ 以下ならば、ステップS 1 1 7 Cに進み、起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 を決定し、ステップS 1 1 9 Cにおいて、運転制御手段1 9は、起動予定時刻 T_1 に燃料電池システムを起動する。他方、 C_{FC1} が $C_E + C_H$ より大きければ、ステップS 1 2 0 Cに進み、運転制御手段1 9は、起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 の仮定を取り消し、すなわち起動予定時刻 T_1 における燃料電池の起動を禁止し、ステップS 1 2 0 Cにおいて、運転制御手段1 9は、時刻 T に運転停止予定時刻 T_3 を代入し、図9のI Iに続く図2のI IからステップS 4に
20 戻り、以降のステップをくり返す。

本実施の燃料電池システムの構成およびその動作により、燃料電池システムでの発電に伴って発生する熱を回収して使用する場合においては、実施の形態3で述べた効果とともに、回収熱を供給をすることによって削減される熱供給系統のコストも反映させることができ、燃料電池システムを経済的に運転させることが可能となる。

(実施の形態7)

図1 0は、本発明の実施の形態7における燃料電池システムを示す構成図である。実施の形態4と同様の構成要素については、同一符号を付

与し、その説明を省略する。

本実施の形態における燃料電池システムは、図 6 の燃料電池システムの電力値検出手段 16 の代わりに、熱負荷 30 で使用する熱量を検出する熱量値検出手段 32 を備えている。そして、蓄熱手段 27 に蓄えられた熱量を検出する蓄熱量検出手段 39 をさらに備えている。

制御装置 23 は、電力値蓄積手段 17 及び電力値予測手段 18 の代わりに、熱量値検出手段 32 の検出値を蓄積する熱量値蓄積手段 33 と、記憶された熱量値の履歴から熱負荷 30 で使用される熱量値 H_t (t 分後の熱量値 H_t) を予測し、その熱量値 H_t によって構成される熱量値データ 10 を記憶する熱量値予測手段 34 とを備えている。そして、熱量値データに基づく演算を行って演算結果を運転制御手段 19 に提供する第 1 乃至第 5 の算出手段 20, 21, 22, 36, 40 を備えている。

第 1 の算出手段 20 は、熱量値データの所定の時間帯の熱量値を燃料電池 13 が蓄熱手段 27 に供給する場合に費やされる一次エネルギー量を算出する。第 2 の算出手段 21 は、熱量値データの所定の時間帯の熱量値を燃料電池 13 が供給する際に電力負荷 14 へ電力供給する電力量を算出し、その電力量を電力系統が供給する場合に費やされる一次エネルギー量を算出する。第 3 の算出手段 22 は、燃料電池 13、燃料生成装置 11 など燃料電池システムを起動する際に費やされる一次エネルギー量を算出する。第 4 の算出手段 36 は、熱量値データの所定の時間帯の熱量値を熱供給系統 35 が供給する場合に費やされる一次エネルギー量を算出する。第 5 の算出手段 40 は、蓄熱量検出手段 39 の検出値に基づいて取得される蓄熱手段 27 の蓄熱量、熱量値データ等に基づいて蓄熱手段 27 の蓄熱収支の予測値を算出する。

25 以上のように構成された本実施の形態について、燃料電池の起動を開始するまでの動作を説明する。図 11 および図 12 は燃料電池システムの制御の流れを示すフローチャートである。図 11 において、ステップ S202 において、熱量値検出手段 32 は、継続的に熱量値を検出し、

熱量値蓄積手段 33 が、その検出された熱量値を蓄積して記憶する。ここでは、熱量値検出手段 32 は、1 秒間隔毎に熱量値を検出する。

ステップ S 204 において、熱量値予測手段 34 は、熱量値蓄積手段 33 に蓄積された熱量値の履歴に基づいて、今後 24 時間先までに熱負荷 30 で使用されるであろう 1 分単位の熱量値 H_t を予測して、熱量値データとして記憶する。

次に、運転制御手段 19 は、熱量値予測手段 34 に記憶されている熱量値データに基づいて、蓄熱手段 27 の蓄熱量が少なくなる時刻を起動予定時刻 T_1 に仮定する。

10 ここでは、ステップ S 205 において、運転制御手段 19 が、時刻 T に現在時刻 T_0 を代入する。

ステップ S 206 において、第 5 の算出手段が、蓄熱量検出手段 39 の検出値に基づいて現在時刻 T_0 の蓄熱量 G_{st0} を算出する。そして、時刻 T における蓄熱量 G_{st} に蓄熱量 G_{st0} を代入する。

15 ステップ S 207 において、運転制御手段 19 は、熱量値データの現在時刻 T_0 から時刻 T までの間の熱量値 H_t の積算値 H_T が、蓄熱量 G_{st} の $Y_1\%$ 以上（例えば 80% 以上）であるかどうかを判定する。Yes ならばステップ S 208 に進み、 T を起動予定時刻 T_1 と仮定する。No ならば、ステップ S 209 に進み、 T から 1 分後の時刻を T とし（ $T = T + 1 \text{ min}$ ）、ステップ S 207 に戻る。

20 ステップ S 210 において、運転制御手段 19 は、起動所要時間 T_s （例えば 60 分間）を時刻 T に加え発電開始予定時刻 T_2 と仮定する。

次に、熱量値予測手段 34 に記憶されている熱量値データに基づいて、蓄熱手段 27 の蓄熱量が十分豊富になる時刻が停止予定時刻 T_3 に仮定される。

25 ここでは、ステップ S 211 において、第 5 の算出手段 40 は、起動予定時刻 T_1 から発電開始予定時刻 T_2 までの間の熱量値データの熱量値 H_t を積算して起動時熱量値 H_{T1} を算出し、 G_{st} から H_T および H_{T1}

を減算したものを G_{st} に代入する。

ステップ S 2 1 2 において、第 5 の算出手段 4 0 は、時刻 T において、蓄熱量 G_{st} に燃料電池からの熱回収量 H_{Rt} を加算し、時刻 T における熱量値データの熱量 H_t を減算して、蓄熱量 G_{st} を算出する。

- 5 ステップ S 2 1 3 において、運転制御手段 1 9 は、時刻 T において蓄熱量 G_{st} が蓄熱手段 2 7 の最大蓄熱量 G_{smax} 以上であるかどうかを判定する。Yes ならばステップ S 2 1 4 で、運転制御手段 1 9 は、T を停止予定時刻 T_3 と仮定する。No ならば、ステップ S 2 1 5 で、T から 1 分後の時刻を T とし、ステップ S 2 1 2 に戻る。

- 10 以上のようにして燃料電池の起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 が仮定された後、図 1 1 の V に続く図 1 2 の V 以降のステップに進み、消費される一次エネルギー量を考慮して起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 が決定される。

- 15 ステップ S 2 1 6 A において、第 1 の算出手段 2 0 は、燃料電池 1 3 が発電して供給する場合に、熱量値データの発電開始予定時刻 T_2 から停止予定時刻 T_3 までの間の 1 分ごとの熱量値 H_t の発電に必要な原料ガス量 Q_{GFCHt} を、燃料電池 1 3、燃料生成装置 1 1 などを含めた燃料電池システムの熱回収効率 E_{WH} に基づいて (7) 式により算出する。そして、単位原料ガス当たりの一次エネルギー量 A_{GFCB} に基づいて、
20 発電開始予定時刻 T_2 から停止予定時刻 T_3 までの間を燃料電池システムが発電して電力供給及び熱供給する場合に費やされる一次エネルギー量 A_{FCHt} を (8 A) 式により算出し、 A_{FCHt} を T_2 から T_3 まで積算した値を燃料電池発電一次エネルギー量 A_{FCH} とする。

$$Q_{GFCHt} = H_t / E_{WH} \quad (7)$$

25 $A_{FCHt} = Q_{GFCHt} \cdot A_{GFCB} \quad (8 A)$

ステップ S 2 1 7 A において、第 3 の算出手段 2 2 は、燃料電池システムを起動する際に費やされる一次エネルギー量を算出し、燃料電池起動一次エネルギー量 A_{FCS} とする。そして、運転制御手段 1 9 が、第 1

の算出手段 20 から出力された燃料電池発電一次エネルギー量 A_{FCH} と第 3 の算出手段 22 から出力された燃料電池起動一次エネルギー量 A_{FCS} とを合計して第 2 の燃料電池一次エネルギー量 A_{FC2} とする。

5 ステップ S 218 A において、第 4 の算出手段は、熱量値 H_t を熱供給系統 35 が供給する場合に必要な熱供給系統熱量 Q_{GHt} を、熱供給系統熱効率 E_H に基づいて (9) 式により算出する。そして、熱供給系統の単位熱量当たりの一次エネルギー量 A_{GHB} に基づいて、 H_t を熱供給系統 35 が供給する場合に費やされる一次エネルギー量 A_{Ht} を (10 A) 式により算出し、 A_{Ht} を T_2 から T_3 まで積算した値を熱供給系統
10 一次エネルギー量 A_H とする。

$$Q_{GHt} = H_t / E_H \quad (9)$$

$$A_{Ht} = Q_{GHt} \cdot A_{GHB} \quad (10 A)$$

ステップ S 219 A において、第 2 の算出手段 20 が、熱量値データの発電開始予定時刻 T_2 から停止予定時刻 T_3 までの 1 分ごとの熱量値
15 H_t を燃料電池システムが発電して供給する場合に、発電される電力値 W_{FCt} を、発電効率 E_{WE} に基づいて (11) 式により算出し、 W_{FCt} を電力系統が供給する場合の一次エネルギー量 A_{Et} を (12 A) 式から算出し、 A_{Et} を T_2 から T_3 まで積算して電力系統一次エネルギー量 A_E とする。

$$20 \quad W_{FCt} = H_t / E_{WH} \cdot E_{WE} \quad (11)$$

$$A_{Et} = W_{FCt} \cdot A_{EB} \quad (12 A)$$

ステップ S 220 A において、運転制御手段 19 が、電力系統一次エネルギー量 A_E 及び熱供給系統一次エネルギー量 A_H の和と、第 2 の燃料電池一次エネルギー量 A_{FC2} とを比較する。 A_{FC2} が $A_E + A_H$ 以下な
25 らば、ステップ S 221 A に進み、運転制御手段 19 が、起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 を決定し、ステップ S 223 A において、運転制御手段 19 が起動予定時刻 T_1 に燃料電池システムを起動する。他方、 A_{FC2} が $A_E + A_H$ より大きければ、ステッ

プ S 2 2 2 に進み、運転制御手段 1 9 は、起動予定時刻 T_1 、発電開始
予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 の仮定を取り消し、すなわち起動予
定時刻 T_1 における燃料電池の起動を禁止し、ステップ S 2 2 4 におい
て、運転制御手段 1 9 が時刻 T に運転停止予定時刻 T_3 を代入し、図 1
5 2 の V I に続く図 1 1 の V I からステップ S 2 0 7 に戻り、以降のステ
ップをくり返す。

本実施の燃料電池システムの構成およびその動作により、熱電併給を
する燃料電池システムの熱追従運転時において、削減される電力系統一
次エネルギー量も反映することができ、無駄なエネルギーの消費を抑制
10 して燃料電池システムを運転させることが可能となる。

また、図示しないが、燃料電池システムが、実施の形態 7 の構成と実
施の形態 4 の構成とを両方兼ね備えるように構成され、制御装置 2 3 に
実施の形態 7 あるいは実施の形態 4 を選択する選択スイッチ（図示せ
ず）を設けることもできる。このように構成すると、燃料電池システム
15 の使用状況に応じて、熱負荷追従運転あるいは電力負荷追従運転を選択
することができる。

さらに、電力値蓄積手段 1 7 及び熱量値蓄積手段 3 3 に電力値及び熱
量値を蓄積するにあたっては、在宅時あるいは留守時の区別をつけて蓄
積しておく、在宅時及び留守時の選択に応じて、電力値予測手段 1 8
20 及び熱量値予測手段 3 4 が電力値データ及び熱量値データを構築するこ
とができる。具体的には、制御装置 2 3 に選択手段を設け、使用者が在
宅時及び留守時を選択することによって、電力値蓄積手段 1 7 及び熱量
値蓄積手段 3 3 に在宅時及び留守時が区別されて電力値及び熱量値が蓄
積されるように構成する。これによって、電力値及び熱量値の予測をよ
25 り的確にすることができる。

さらに、制御装置 2 3 に運転時刻入力手段（図示せず）を設け、使用
者が起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 を
任意に設定できるように構成しても良い。これによって、使用者の行動

予定も考慮して、よりの確に燃料電池システムを運転させることができる。

(実施の形態 8)

図 1 3 は、本発明の実施の形態 8 における燃料電池システムの制御の
5 流れの後半部を示すフローチャートである。実施の形態 8 は、実施の形
態 7 における燃料電池システムの運転制御手段 1 9 が CO_2 の発生量に
おいて比較をして起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予
定時刻 T_3 を決定するように構成されている。すなわち、第 1 の算出手
段 2 0 は、熱量値データの所定の時間帯の熱量値を燃料電池 1 3 が蓄熱
10 手段 2 7 に供給する場合に発生する CO_2 量を算出する。第 2 の算出手
段 2 1 は、熱量値データの所定の時間帯の熱量値を燃料電池 1 3 が供給
する際に電力負荷 1 4 へ電力供給する電力量を算出し、その電力量を電
力系統が供給する場合に発生する CO_2 量を算出する。第 3 の算出手段
2 2 は、燃料電池 1 3、燃料生成装置 1 1 など燃料電池システムを起動
15 する際に発生する CO_2 量を算出する。第 4 の算出手段 3 6 は、熱量値
データの所定の時間帯の熱量値を、熱供給系統 3 5 が供給する場合に発
生する CO_2 量を算出する。

したがって、実施の形態 8 における燃料電池システムの構成及び燃料
電池システムの制御の流れの前半部を示すフローチャートは、実施の形
20 態 7 の図 1 0 及び図 1 1 と同じであるので、説明は省略する。

以下、燃料電池システムの制御の流れの後半部を説明する。

図 1 3 に示すように、ステップ S 2 1 6 B において、第 1 の算出手段
2 0 は、燃料電池 1 3 が発電して供給する場合に、熱量値データの発電
開始予定時刻 T_2 から停止予定時刻 T_3 までの間の 1 分ごとの熱量値 H_t
25 の発電に必要な原料ガス量 Q_{GFCHt} を、燃料電池システムの熱回収効率
 E_{WH} に基づいて (7) 式により算出する。そして、単位原料ガス当た
りの CO_2 発生量 B_{GFCB} に基づいて、発電開始予定時刻 T_2 から停止予
定時刻 T_3 までの間を燃料電池システムが発電して電力供給及び熱供給

する場合に発生する CO_2 発生量 B_{FCHt} を(8B)式により算出し、 B_{FCHt} を T_2 から T_3 まで積算した値を燃料電池発電 CO_2 発生量 B_{FCH} とする。

$$B_{\text{FCHt}} = Q_{\text{GFCHt}} \cdot B_{\text{GFCB}} \quad (8B)$$

- 5 ステップS217Bにおいて、第3の算出手段22は、燃料電池システムを起動する際に発生する CO_2 量を算出し、燃料電池起動 CO_2 発生量 B_{FCS} とする。そして、運転制御手段19が、第1の算出手段20から出力された燃料電池発電 CO_2 発生量 B_{FCH} と第3の算出手段22から出力された燃料電池起動 CO_2 発生量 B_{FCS} とを合計して第2の燃料電池 CO_2 発生量 B_{FC2} とする。

- 10 ステップS218Bにおいて、第4の算出手段は、熱量値 H_t を熱供給系統35が供給する場合に必要な熱供給系統熱量 Q_{GHt} を、熱供給系統熱効率 E_H に基づいて(9)式により算出する。そして、熱供給系統35の単位熱量当たりの CO_2 発生量 B_{GHB} に基づいて、 H_t を熱供給系統35が供給する場合に発生する CO_2 量 B_{Ht} を(10B)式により算出し、 B_{Ht} を T_2 から T_3 まで積算した値を熱供給系統発生 CO_2 量 B_H とする。

$$B_{\text{Ht}} = Q_{\text{GHt}} \cdot B_{\text{GHB}} \quad (10B)$$

- 20 ステップS219Bにおいて、第2の算出手段が、熱量値データの発電開始予定時刻 T_2 から停止予定時刻 T_3 までの1分ごとの熱量値 H_t を燃料電池システムが発電して供給する場合に、発電される電力値 W_{FCt} を、発電効率 E_{WE} に基づいて(11)式により算出し、 W_{FCt} を電力系統が供給する場合の CO_2 発生量 B_{Et} を(12B)式から算出し、 B_{Et} を T_2 から T_3 まで積算して電力系統 CO_2 発生量 B_E とする。

- 25
$$B_{\text{Et}} = W_{\text{FCt}} \cdot B_{\text{EB}} \quad (12B)$$

ステップS220Bにおいて、運転制御手段19が、電力系統 CO_2 発生量 B_E 及び熱供給系統 CO_2 発生量 B_H の和と、燃料電池システム CO_2 発生量 B_{FC2} とを比較する。 B_{FC2} が $B_E + B_H$ 以下ならば、ステ

ップ S 2 2 1 B に進み、運転制御手段 1 9 が、起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 を決定し、ステップ S 2 2 3 B において、運転制御手段 1 9 が起動予定時刻 T_1 に燃料電池システムを起動する。他方、 B_{FC2} が $B_E + B_H$ より大きければ、ステップ S 2 2 2 B に進み、運転制御手段 1 9 は、起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 の仮定を取り消し、すなわち起動予定時刻 T_1 における燃料電池の起動を禁止し、ステップ S 2 2 4 B において、運転制御手段 1 9 は時刻 T に運転停止予定時刻 T_3 を代入し、図 1 3 の V I に続く図 1 1 の V I からステップ S 2 0 7 に戻り、以降のステップを繰り返す。

本実施の燃料電池システムの構成およびその動作により、熱電併給をする燃料電池システムでの熱追従運転時において、削減される電力系統での CO_2 発生量も反映することができ、ひいては地球温暖化の防止に貢献するようにして燃料電池システムを運転させることが可能となる。

15 (実施の形態 9)

図 1 4 は、本発明の実施の形態 9 における燃料電池システムの制御の流れの後半部を示すフローチャートである。実施の形態 9 は、実施の形態 7 における燃料電池システムの運転制御手段 1 9 がコストにおいて比較をして起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 を決定するように構成されている。すなわち、第 1 の算出手段 2 0 は、熱量値データの所定の時間帯の熱量値を燃料電池 1 3 が蓄熱手段 2 7 に供給する場合にかかるコストを算出する。第 2 の算出手段 2 1 は、熱量値データの所定の時間帯の熱量値を燃料電池 1 3 が供給する際に燃料電池 1 3 が電力負荷 1 4 へ電力供給する電力量を算出し、その電力量を電力系統が供給する場合にかかるコストを算出する。第 3 の算出手段 2 2 は、燃料電池 1 3、燃料生成装置 1 1 など燃料電池システムを起動する際にかかるコストを算出する。第 4 の算出手段 3 6 は、熱量値データの所定の時間帯の熱量値を、熱供給系統 3 5 が供給する場合にかかるコス

トを算出する。

したがって、実施の形態 9 における燃料電池システムの構成及び燃料電池システムの制御の流れの前半部を示すフローチャートは、実施の形態 7 の図 10 及び図 11 と同じであるので、説明は省略する。

5 以下、燃料電池システムの制御の流れの後半部を説明する。

図 14 に示すように、ステップ S 2 1 6 C において、第 1 の算出手段 20 は、燃料電池 13 が発電して供給する場合に、熱量値データの発電開始予定時刻 T_2 から停止予定時刻 T_3 までの間の 1 分ごとの熱量値 H_t の発電に必要な原料ガス量 Q_{GFCHt} を、燃料電池システムの熱回収効率 E_{WH} に基づいて (7) 式により算出する。そして、原料ガスの従量料金 C_{GFCB} に基づいて、発電開始予定時刻 T_2 から停止予定時刻 T_3 までの間を燃料電池システムが発電して電力供給及び熱供給する場合にかかるコスト C_{FCHt} を (8 B) 式により算出し、 C_{FCHt} を T_2 から T_3 まで積算した値を燃料電池発電コスト C_{FCH} とする。

15
$$C_{FCHt} = Q_{GFCHt} \cdot C_{GFCB} \quad (8 C)$$

ステップ S 2 1 7 C において、第 3 の算出手段 22 は、燃料電池システムを起動する際にかかるコストを算出し、燃料電池起動コスト C_{FCS} とする。そして、運転制御手段 19 が、第 1 の算出手段 20 から出力された燃料電池発電コスト C_{FCH} と第 3 の算出手段 22 から出力された燃料電池起動コスト C_{FCS} とを合計して第 2 の燃料電池コスト C_{FC2} とする。

ステップ S 2 1 8 C において、第 4 の算出手段は、熱量値 H_t を熱供給系統 35 が供給する場合に必要な熱供給系統熱量 Q_{GHt} を、熱供給系統熱効率 E_H に基づいて (9) 式により算出する。そして、熱供給系統の従量料金 C_{GHB} に基づいて、 H_t を熱供給系統 35 が供給する場合にかかるコスト C_{Ht} を (10 C) 式により算出し、 C_{Ht} を T_2 から T_3 まで積算した値を熱供給系統コスト C_H とする。

25
$$C_{Ht} = Q_{GHt} \cdot C_{GHB} \quad (10 C)$$

ステップ S 2 1 9 C において、第 2 の算出手段が、熱量値データの発電開始予定時刻 T_2 から停止予定時刻 T_3 までの 1 分ごとの熱量値 H_t を燃料電池システムが発電して供給する場合に、発電される電力値 W_{FCt} を、発電効率 E_{WE} に基づいて (1 1) 式により算出し、 W_{FCt} を電力系
5 統が供給する場合のコスト C_{Et} を (1 2 C) 式から算出し、 C_{Et} を T_2 から T_3 まで積算して電力系統コスト C_E とする。

$$C_{Et} = W_{FCt} \cdot C_{EB} \quad (1 2 C)$$

ステップ S 2 2 0 C において、運転制御手段 1 9 が、電力系統コスト C_E 及び熱供給系統コスト C_H の和と、燃料電池システムコスト C_{FC2}
10 とを比較する。 C_{FC2} が $C_E + C_H$ 以下ならば、ステップ S 2 2 1 C に進み、運転制御手段 1 9 は、起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 を決定し、ステップ S 2 2 3 C において、運転制御手段 1 9 が起動予定時刻 T_1 に燃料電池システムを起動する。他方、 C_{FC2} が $C_E + C_H$ より大きければ、ステップ S 2 2 2 C に進み、運転制御
15 手段 1 9 は、起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 の仮定を取り消し、すなわち起動予定時刻 T_1 における燃料電池の起動を禁止し、ステップ S 2 2 4 C において、運転制御手段 1 9 は時刻 T に運転停止予定時刻 T_3 を代入し、図 1 4 の V I に続く図 1 1 の V I からステップ S 2 0 7 に戻り、以降のステップをくり返す。

20 本実施の燃料電池システムの構成およびその動作により、熱電併給をする燃料電池システムの熱追従運転時において、削減される電力系統のコストも反映することができ、燃料電池システムをより経済的に運転させることが可能となる。

(実施の形態 1 0)

25 図 1 5 は、本発明の実施の形態 1 0 における燃料電池システムを示す構成図である。実施の形態 4 と同様の構成要素については、同一符号を付与し、その説明を省略する。

本実施の形態における燃料電池システムは、図 6 の燃料電池システム

の構成に加えて、燃料電池の起動時に、燃料電池の起動を律速する部位の温度を直接的もしくは間接的に検出する温度検出手段を備えている。ここでは、燃料生成装置 11 の燃料生成装置温度検出手段 41 を備えている。あるいは、燃料電池 13 に燃料電池温度検出手段を備えるようにしても同様の効果が得られる。

以上のように構成された実施の形態 10 について、燃料電池の起動を開始するまでの動作を説明する。図 16 は燃料電池システムの制御の流れの前半部を示すフローチャートである。図 16 において、ステップ S301 乃至 S308 は、実施の形態 1、すなわち図 2 のステップ S1 乃至 S6 と同じであり、説明を省略する。

ステップ S309 において、第 3 の算出手段 22 が、燃料生成装置温度検出手段 41 が現在時刻 T_0 に検出した検出温度 K_0 に基づいて起動モードを判別する。ここでは、検出温度 K_0 が所定温度 K_F 以上の場合には短期起動モード、 K_F 以下の場合には長期起動モードとする。なお、燃料生成装置 11 や燃料電池 13 の起動予定時刻 T_1 における温度は、外気温度と現在時刻 T_0 から起動予定時刻 T_1 までの時間との関数である放熱量から推測することが可能である。そこで、起動モードの判別には、それらの関数を用いて推測される起動予定時刻 T_1 における燃料生成装置 11 の温度（起動時温度） K_1 と所定温度 K_F とを比較させるようにしてもよい。あるいは、検出温度 K_0 と外気温度との温度差と現在時刻 T_0 から起動予定時刻 T_1 までの時間とを変数とする起動モード対応表を予め作成して第 3 の算出手段 22 に記憶させておいて、第 3 の算出手段が起動モード対応表から起動モードを選択するようにしてもよい。あるいは、第 3 の算出手段 22 が、起動時温度 K_1 と発電開始時に必要な温度（発電開始時温度） K_2 との温度差に基づいて、起動所要時間 T_s を算出するようにしてもよい。

ステップ S310-1 において、運転制御手段 19 が、各起動モードに応じてあらかじめ設定された起動所要時間 T_s 。（例えば長期起動モー

ド時 60 分間、短期起動モード時 30 分間) を時刻 T に加え、発電開始予定時刻 T_2 と仮定する。

ステップ S 310-2 において、運転制御手段 19 が、 T に発電開始予定時刻 T_2 を代入する。

- 5 ステップ S 310-3 において、運転制御手段 19 が、 T から所定時間 X_1 (例えば 30 分間) 後までの電力値 W_t ($W_T \sim W_{T+30}$ までの 30 個) の $Y_1\%$ 以上 (例えば 80%、24 個以上) が燃料電池システムの最低発電量 W_{min} 以上であるかどうかを判定する。Yes ならばステップ S 311 に進む。No ならば、ステップ S 310-4 で、 T から (起
10 動所要時間 $T_s - 1$ 分) 前の時刻を T とし、ステップ S 306 に戻る。

ステップ S 311 乃至 S 313 は、実施の形態 1、すなわち図 2 のステップ S 8 乃至 S 10 と同じであり、説明を省略する。

- 15 以上のようにして燃料電池の起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 が仮定された後、図 16 の V I I に続く図 17 の V I I 以降のステップに進み、消費される一次エネルギー量を考慮して起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 が決定される。

具体的には、実施の形態 4、すなわち図 7 のステップ S 111A 乃至 S 120A と同じであり、説明を省略する。

- 20 ただし、ステップ S 112A においては、第 3 の算出手段 22 は、起動所要時間 T_s あるいは起動モードに応じて、燃料電池システムを起動する際に費やされる一次エネルギー量を算出あるいは決定し、燃料電池起動一次エネルギー量 A_{FCS} とする。

- 25 本実施の燃料電池システムの構成およびその動作により、実施の形態 4 で述べた効果とともに、燃料電池システムの温度状態に応じて、起動所要時間 T_s 及び燃料電池起動一次エネルギー量 A_{FCS} が予測されて算出されるので、無駄なエネルギーの消費をより一層抑制して燃料電池システムを運転させることが可能となる。

なお、燃料電池の起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 が仮定された後、図 17 の V I I 以降のステップにおいて、実施の形態 5、すなわち図 8 のステップ S 1 1 1 B 乃至 S 1 2 0 B と同じ動作によって、発生する CO_2 の量を考慮して起動予定時刻 T_1 、
5 発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 が決定されてもよい。ただし、ステップ S 1 1 2 B においては、第 3 の算出手段 2 2 は、起動所要時間 T_s あるいは起動モードに応じて、燃料電池システムを起動する際に発生する CO_2 量を算出あるいは決定し、燃料電池起動 CO_2 発生量 B_{FCS} とする。

10 これによって、実施の形態 5 で述べた効果とともに、燃料電池システムの温度状態に応じて、起動所要時間 T_s 及び燃料電池起動 CO_2 発生量 B_{FCS} が予測されて算出されるので、 CO_2 発生量を抑制し、ひいては地球温暖化の防止に貢献するようにして燃料電池システムを運転させることが可能となる。

15 また、燃料電池の起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 が仮定された後、図 17 の V I I 以降のステップにおいて、実施の形態 6、すなわち図 9 のステップ S 1 1 1 C 乃至 S 1 2 0 C と同じ動作によって、コストを考慮して起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 が決定されてもよい。ただし、ステ
20 ップ S 1 1 2 C においては、第 3 の算出手段 2 2 は、起動所要時間 T_s あるいは起動モードに応じて、燃料電池システムを起動する際にかかるコストを算出あるいは決定し、燃料電池起動コスト C_{FCS} とする。

これによって、実施の形態 6 で述べた効果とともに、燃料電池システムの温度状態に応じて、起動所要時間 T_s 及び燃料電池起動コスト C_{FCS}
25 が予測されて算出されるので、燃料電池システムをより経済的に運転させることが可能となる。

ここで、制御装置とは、単独の制御装置だけでなく、複数の制御装置が協働して制御を実行する制御装置群をも含んで意味する。よって、制

御装置 2 3 は、単独の制御装置から構成される必要はなく、複数の制御装置が分散配置されていて、それらが協働して燃料電池システムの動作を制御するように構成されていてもよい。

- 5 なお、発電効率 E_{WE} 、熱回収効率 E_{WH} 、単位原料ガス当たりの一次エネルギー量 A_{GFCB} 、単位電力当たりの一次エネルギー量 A_{EB} 、単位原料ガス当たりの CO_2 発生量 B_{GFCB} 、単位電力当たりの CO_2 発生量 B_{EB} 、原料ガスの従量料金 C_{GFCB} 、電力系統の従量料金 C_{EB} 、燃料電池起動一次エネルギー量 A_{FCS} 、燃料電池起動 CO_2 発生量 B_{FCS} 、燃料電池起動コスト C_{FCS} 、熱供給系統 3 5 の単位熱量当たりの一次エネルギー量 A_{GHB} 、熱供給系統 3 5 の単位熱量当たりの CO_2 発生量 B_{GHB} 、熱供給系統の従量料金 C_{GHB} 、熱供給系統熱効率 E_H および起動所要時間 T は制御装置 2 3 に予め設定されていてもよいし、あるいは制御装置 2 3 に入力手段（図示せず）を備え、入力して制御装置 2 3 内のそれらが使用されるそれぞれの手段に記憶、更新できるようにしてもよい。
- 10 また、単位原料ガス当たりの一次エネルギー量 A_{GFCB} は、 A_{EB} 、石油換算当たりの重量単位でもよいし、熱量単位でもよい。

単位原料ガス当たりの CO_2 発生量 B_{GFCB} は、石油換算当たりの重量単位でもよいし、熱量単位でもよい。

- 20 単位電力当たりの CO_2 発生量 B_{EB} は、電力系統の発電設備の種類、発電設備の及び送電設備の熱効率に応じて、予め算出あるいは、電力系統会社から入手することができる。

- 25 なお、電力値予測手段 1 8 及び熱量値予測手段 3 4 が電力値データ及び熱量値データを構築するには、電力値蓄積手段 1 7 及び熱量値蓄積手段 3 3 に電力値及び熱量値を蓄積する必要がある。この蓄積には、通常、電力値及び熱量値の検出開始後半月から一ヶ月程度の期間を要するので、運転制御手段による起動予定時刻 T_1 、発電開始予定時刻 T_2 および停止予定時刻 T_3 の決定は、燃料電池システム設置後約半月から一ヶ月経過後となる。あるいは、燃料電池システム設置前に、供給対象の電力値及

び熱量値を検出しておき、その履歴を電力値蓄積手段 17 及び熱量値蓄積手段 33 に予め記憶させておいてもよい。

- 上記説明から、当業者にとっては、本発明の多くの改良や他の実施形態が明らかである。従って、上記説明は、例示としてのみ解釈されるべきであり、本発明を実行する最良の態様を当業者に教示する目的で提供されたものである。本発明の精神を逸脱することなく、その構造及び／又は機能の詳細を実質的に変更できる。
- 5

〔産業上の利用の可能性〕

- 本発明に係るは、エネルギー資源、環境負荷あるいは経済性に配慮した運転をすることができる燃料電池システム及び燃料電池コージェネレーションシステムとして有用である。
- 10

請 求 の 範 囲

1. 燃料電池と、

- 燃料電池システムの供給対象が発生させる電力又は熱の負荷の負荷値
5 を検出する負荷値検出手段と、

前記負荷値検出手段によって検出される前記負荷値の履歴を記憶する
負荷値蓄積手段と、

前記負荷値の履歴に基づいて、今後発生しうる負荷値を予測して、そ
の予測負荷値を負荷値データとして記憶する負荷値予測手段と、

- 10 前記負荷値データに基づいて、前記燃料電池の起動予定時刻を決定す
る、燃料電池システム。

2. 前記負荷値は、前記燃料電池システムの電力供給対象の電力負荷で
ある電力値であり、前記負荷値データが電力値データである、請求の範
囲第1項に記載の燃料電池システム。

- 15 3. 電力供給に費やされる一次エネルギー量、それによって発生する二
酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかを算出する算
出手段をさらに備え、

- 前記算出手段が、所定の時間帯の前記電力値データに基づいて、前記
燃料電池によって電力供給をする場合と電力系統によって電力供給をす
20 る場合とにおける、それぞれの前記一次エネルギー量、前記二酸化炭素
量あるいは前記コストのいずれかを算出し、

- 前記算出手段による算出値を比較し、前記電力系統によって電力供給
をする場合の方が算出値が大きい場合には、前記時間帯の開始時刻を前
記起動予定時刻として決定する、請求の範囲第2項に記載の燃料電池シ
25 ステム。

4. 前記算出手段は、前記燃料電池の起動に費やされる一次エネルギー
量、それによって発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコ
ストのいずれかを考慮して、前記燃料電池によって電力供給をする場合

における電力供給に費やされる一次エネルギー、それによって発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかを算出する、請求の範囲第3項に記載の燃料電池システム。

- 5 5. 前記算出手段は、前記燃料電池の温度に基づいて、前記燃料電池の起動に費やされる一次エネルギー量、それによって発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかを算出する、請求の範囲第4項に記載の燃料電池システム。

6. 原料から水素を含む燃料を生成する燃料生成装置をさらに備え、

- 10 前記算出手段は、前記燃料電池の起動に費やされる一次エネルギー量、それによって発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかを考慮して、前記燃料電池によって電力供給をする場合における電力供給に費やされる一次エネルギー、それによって発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかを算出する請求の範囲第3項に記載の燃料電池システム。

- 15 7. 前記算出手段は、前記燃料生成装置の温度に基づいて、前記燃料電池の起動に費やされる一次エネルギー量、それによって発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかを算出する、請求の範囲第6項に記載の燃料電池システム。

8. 入力手段をさらに備え、

- 20 前記入力手段によって、前記算出手段の算出項目を一次エネルギー、二酸化炭素あるいはコストから選択することができる、請求の範囲第3項に記載の燃料電池システム。

9. 表示手段をさらに備え、

- 25 前記算出手段の算出値を用いて、前記燃料電池によって電力供給する場合と電力系統によって電力供給する場合とにおける一次エネルギー、二酸化炭素量あるいはコストのいずれかの差分を算出し、

前記表示手段が、その差分を表示する、請求の範囲第3項に記載の燃料電池システム。

1 0 . 前記燃料電池の排熱を回収して蓄える蓄熱手段と、

前記蓄熱手段の蓄熱を外部に熱供給する熱供給手段とをさらに備え、

前記算出手段は、前記時間帯の前記電力値データに基づいて、前記蓄熱手段によって回収される熱量と、該熱量が外部の熱供給手段によって

- 5 供給される場合において該熱量の供給に費やされる一次エネルギー、それによって発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかとをさらに算出することによって、前記燃料電池によって電力供給及び熱供給をする場合と電力系統及び外部の熱供給手段によって電力供給及び熱供給をする場合とにおける、それぞれの前記一次エネルギー量、前記二酸化炭素量あるいは前記コストのいずれかを算出し、

前記算出手段による算出値を比較し、前記電力系統及び外部の熱供給手段によって電力供給及び熱供給をする場合の方が算出値が大きい場合には、前記時間帯の開始時刻を前記起動予定時刻として決定する、請求の範囲第 3 項に記載の燃料電池システム。

- 15 1 1 . 前記起動予定時刻は、所定の更新時間毎に更新される、請求の範囲第 1 項に記載の燃料電池システム。

1 2 . 表示手段をさらに備え、

前記表示手段は、前記起動予定時刻を表示する、請求の範囲第 1 項に記載の燃料電池システム。

- 20 1 3 . 前記表示手段は、過去の運転履歴を表示する、請求の範囲第 1 項に記載の燃料電池システム。

1 4 . 前記燃料電池の排熱を回収して蓄える蓄熱手段と、

前記蓄熱手段の蓄熱を外部に熱供給する熱供給手段と、

前記蓄熱手段の蓄熱量を検出する蓄熱量検出手段とをさらに備え、

- 25 前記負荷値は、前記燃料電池システムの熱供給対象の熱負荷である熱量値であり、前記負荷値データが熱量値データである、請求の範囲第 1 項に記載の燃料電池システム。

1 5 . 熱供給及び電力供給に費やされる一次エネルギー量、それによっ

て発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかを算出する算出手段をさらに備え、

- 前記算出手段が、所定の時間帯の前記熱量値データに基づいて、前記燃料電池によって電力供給及び熱供給をする場合と電力系統及び外部の
- 5 熱供給手段によって電力供給及び熱供給をする場合とにおける、それぞれの前記一次エネルギー量、前記二酸化炭素量あるいは前記コストのいずれかを算出し、

- 前記算出手段による算出値を比較し、前記電力系統及び外部の熱供給手段によって電力供給及び熱供給をする場合の方が算出値が大きい場合には、前記時間帯の開始時刻を前記起動予定時刻として決定する、請求
- 10 の範囲第14項に記載の燃料電池システム。

16. 前記算出手段は、前記燃料電池の起動に費やされる一次エネルギー量、それによって発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかを考慮して、前記燃料電池によって電力供給及び熱供給をする場合における電力供給及び熱供給に費やされる一次エネルギー、
- 15 それによって発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかを算出する請求の範囲第15項に記載の燃料電池システム。

17. 前記算出手段は、前記燃料電池の温度に基づいて、前記燃料電池の起動に費やされる一次エネルギー量、それによって発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかを算出する、請求の
- 20 範囲第16項に記載の燃料電池システム。

18. 原料から水素を含む燃料を生成する燃料生成装置をさらに備え、

- 前記算出手段は、前記燃料電池の起動に費やされる一次エネルギー量、それによって発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかを考慮して、前記燃料電池によって電力供給及び熱供給をする場合における電力供給及び熱供給に費やされる一次エネルギー、それ
- 25 によって発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかを算出する請求の範囲第15項に記載の燃料電池システム。

19. 前記算出手段は、前記燃料生成装置の温度に基づいて、前記燃料電池の起動に費やされる一次エネルギー量、それによって発生する二酸化炭素量、あるいはそれに費やされるコストのいずれかを算出する、請求の範囲第18項に記載の燃料電池システム。

5 20. 入力手段をさらに備え、

前記入力手段によって、前記算出手段の算出項目を一次エネルギー、二酸化炭素あるいはコストから選択することができる、請求の範囲第15項に記載の燃料電池システム。

21. 表示手段をさらに備え、

10 前記算出手段の算出値を用いて、前記燃料電池によって電力供給及び熱供給をする場合と電力系統及び外部の熱供給手段によって電力供給及び熱供給をする場合とにおける一次エネルギー、二酸化炭素量あるいはコストのいずれかの差分を算出し、

前記表示手段が、その差分を表示する、請求の範囲第15項に記載の
15 燃料電池システム。

22. 前記燃料電池の排熱を回収して蓄える蓄熱手段と、

前記蓄熱手段の蓄熱を外部に熱供給する熱供給手段と、

前記蓄熱手段の蓄熱量を検出する蓄熱量検出手段と、

選択手段とをさらに備え、

20 前記選択手段によって、前記負荷値を、前記燃料電池システムの熱供給対象の熱負荷である熱量値、あるいは前記燃料電池システムの電力供給対象の電力負荷である電力値から選択し、該選択によって前記負荷値データが電力値データあるいは熱量値データのいずれかから選択される、請求の範囲第1項に記載の燃料電池システム。

25 23. 前記負荷値蓄積手段は、在宅時及び留守時を区別して前記負荷値を蓄積し、

前記選択手段によって、前記燃料電池の起動予定時刻の決定を、在宅時における前記電力値データに基づく決定と、留守時における前記電力

値データに基づく決定と、在宅時における前記熱量値データに基づく決定と、留守時における前記熱量値データに基づく決定とから任意に選択することができる、請求の範囲第 2 2 項に記載の燃料電池システム。

- 2 4. 前記燃料電池の起動予定時刻を任意に設定することができる運転
5 時刻設定手段をさらに備える、請求の範囲第 1 項に記載の燃料電池システム。

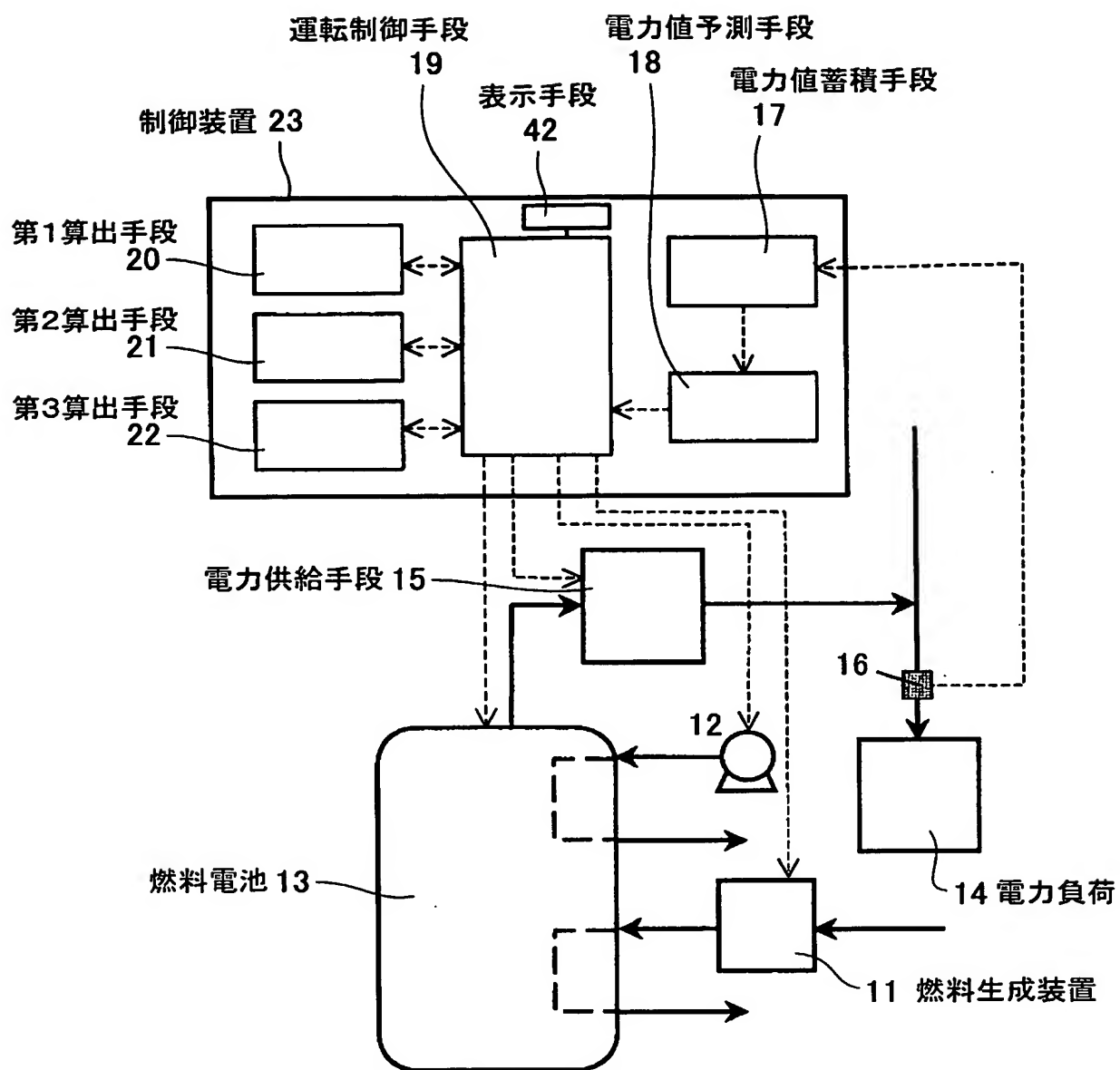


図 1

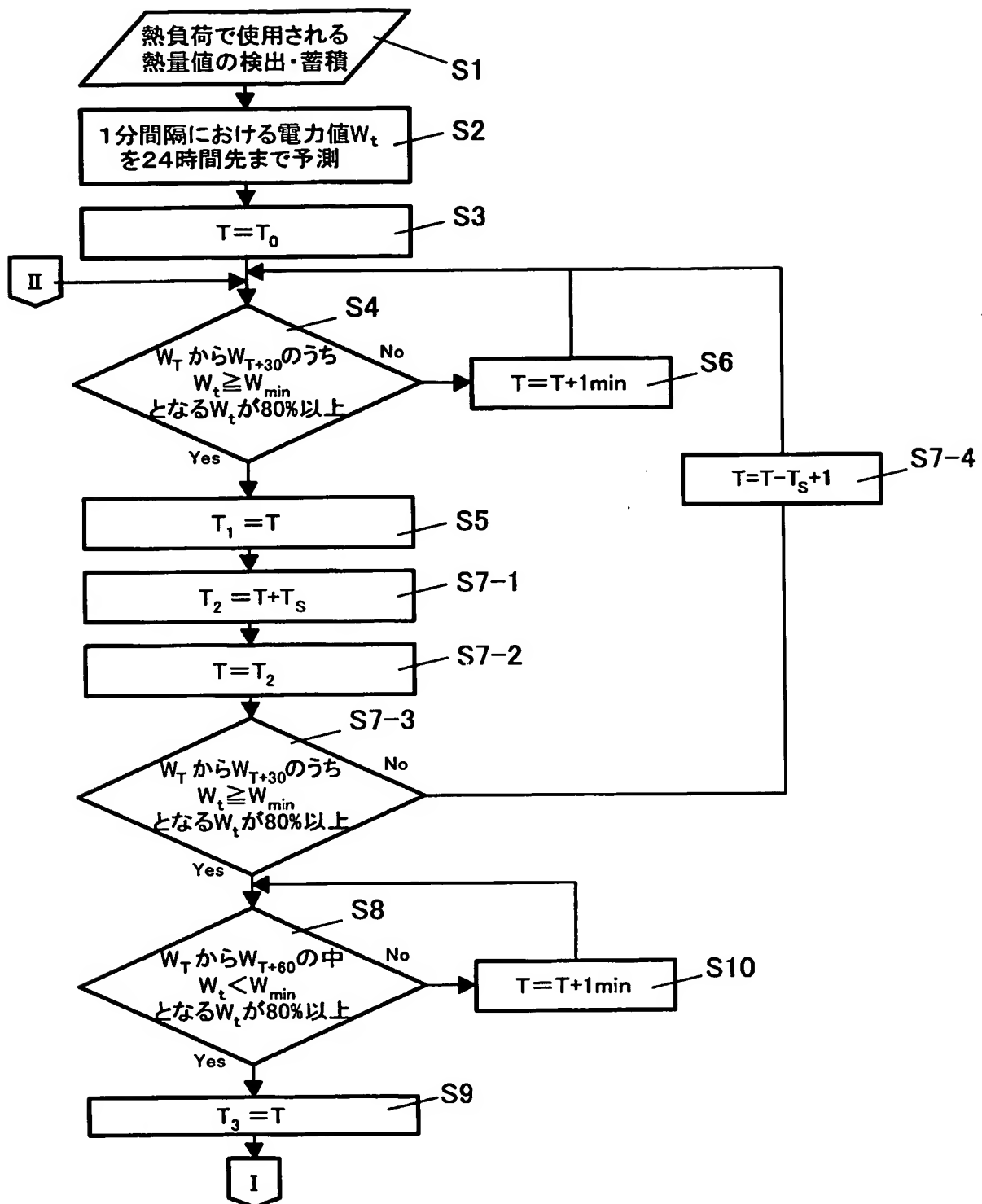


図 2

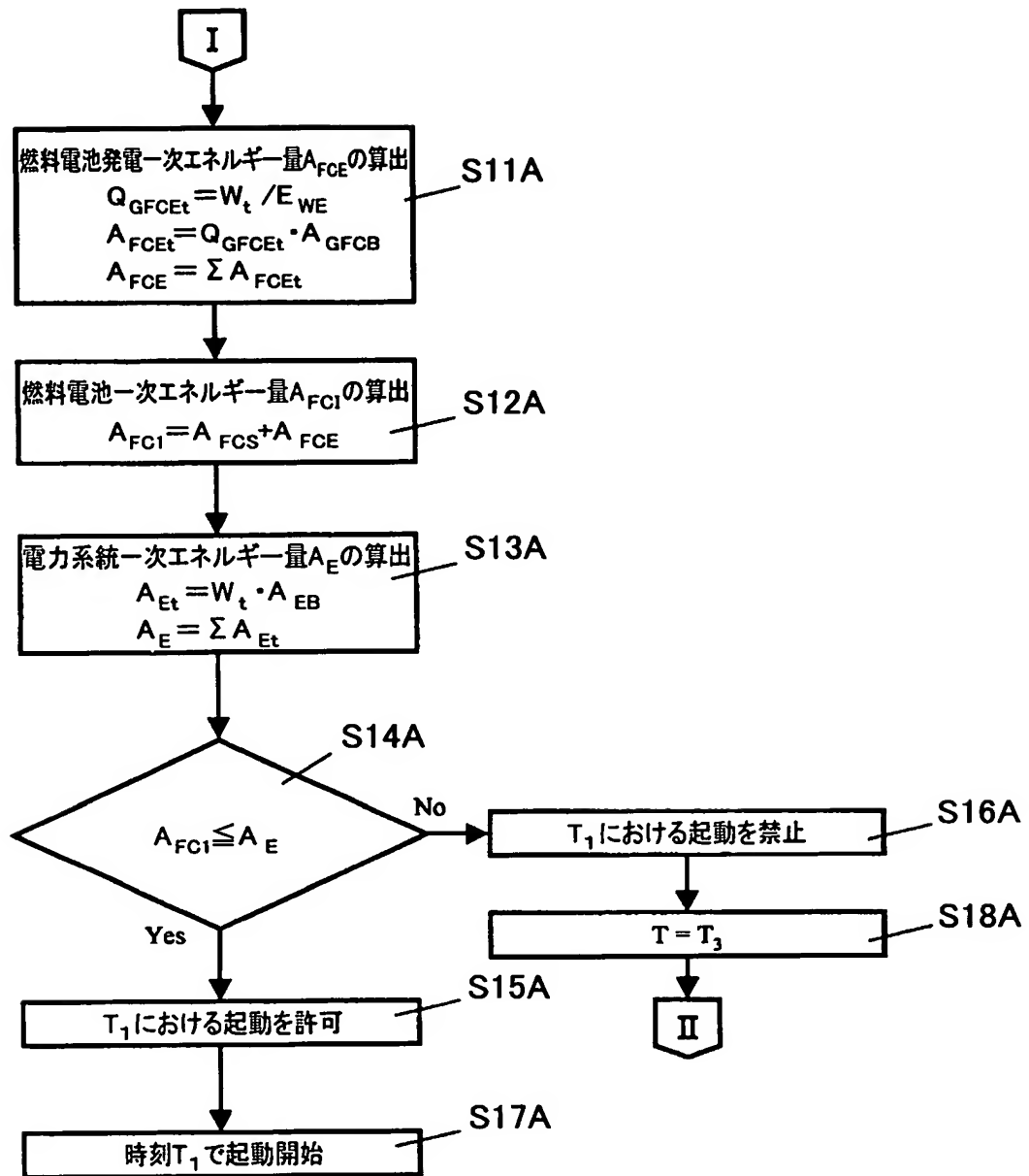


図 3

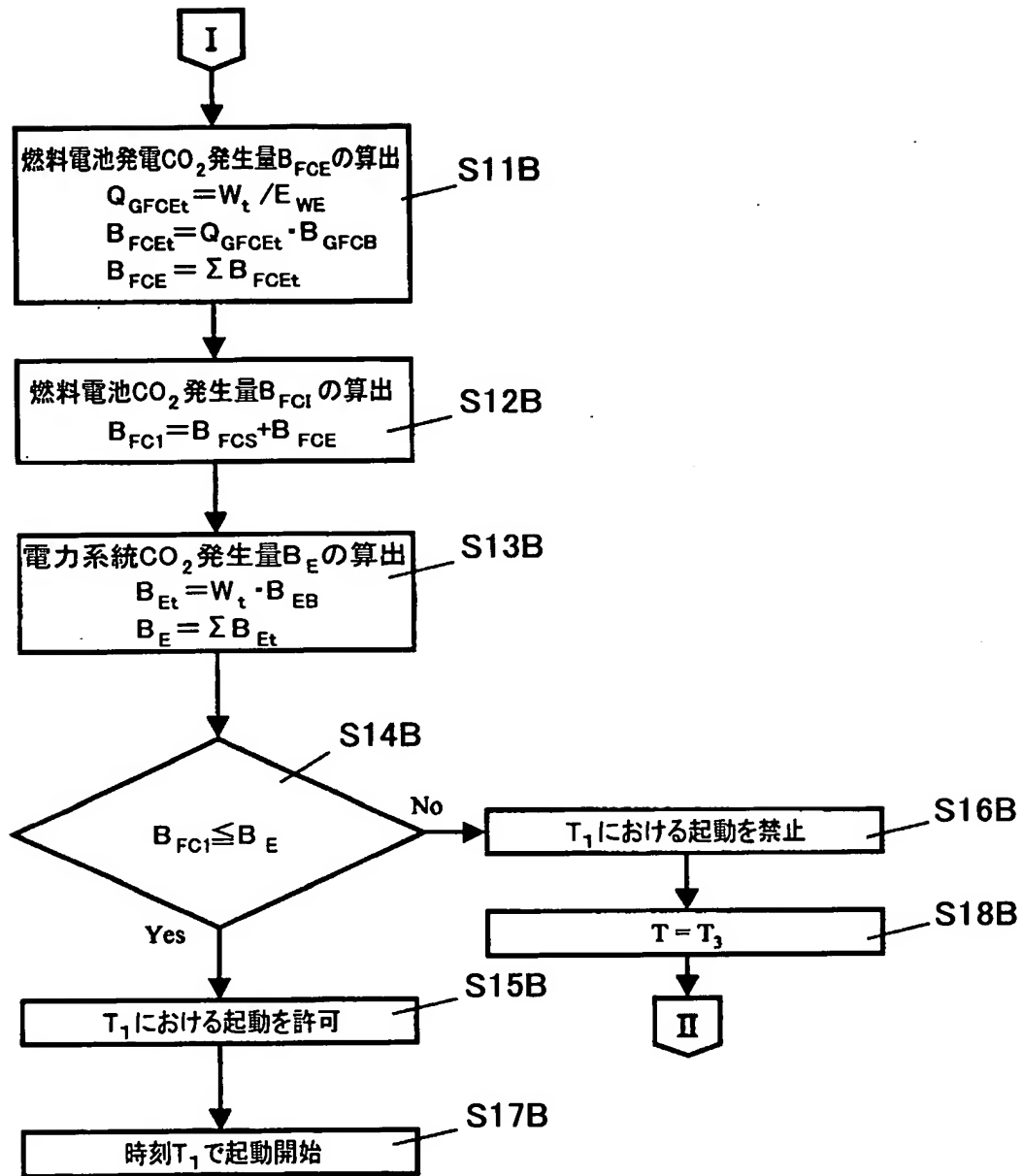


図 4

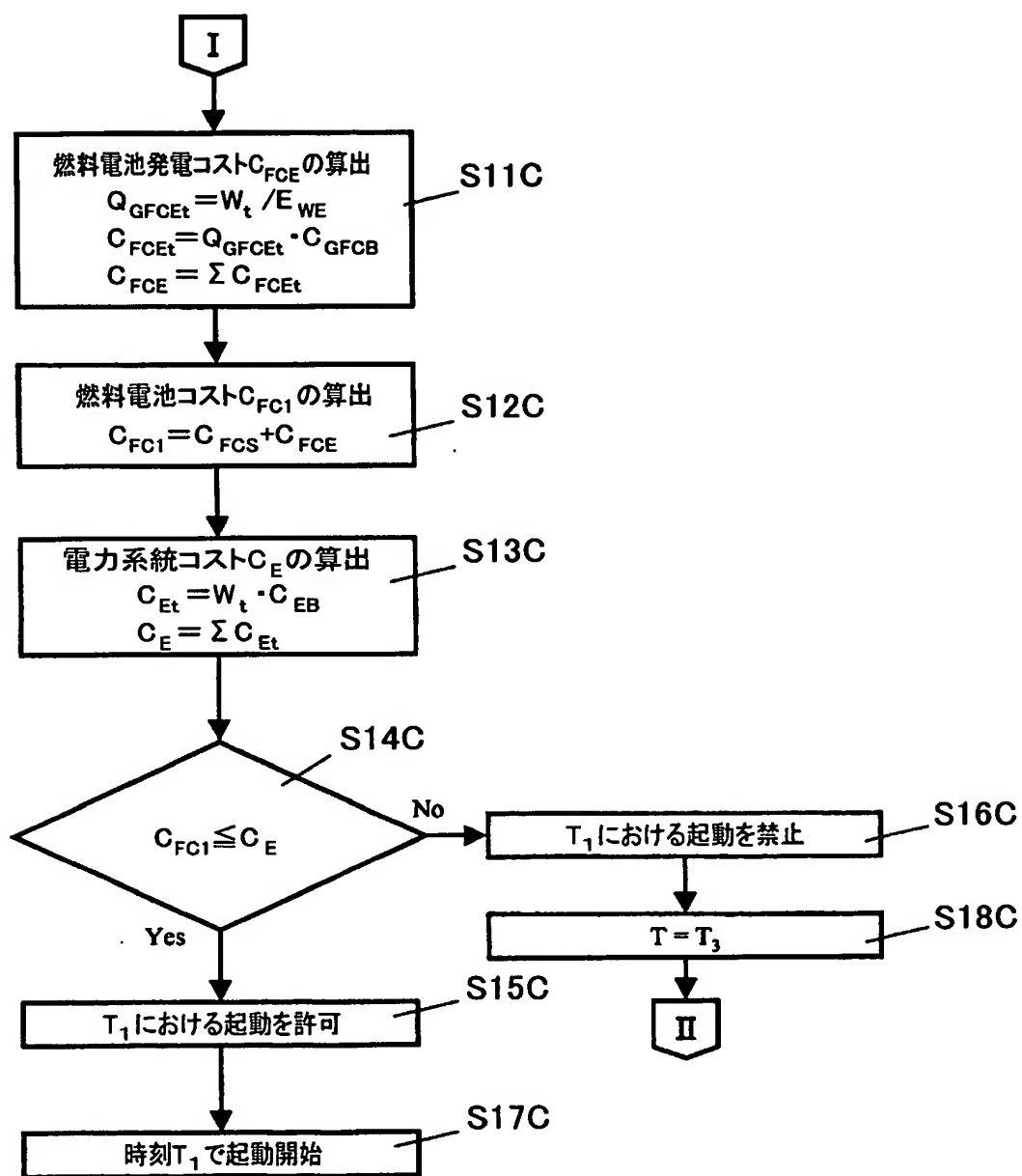


図 5

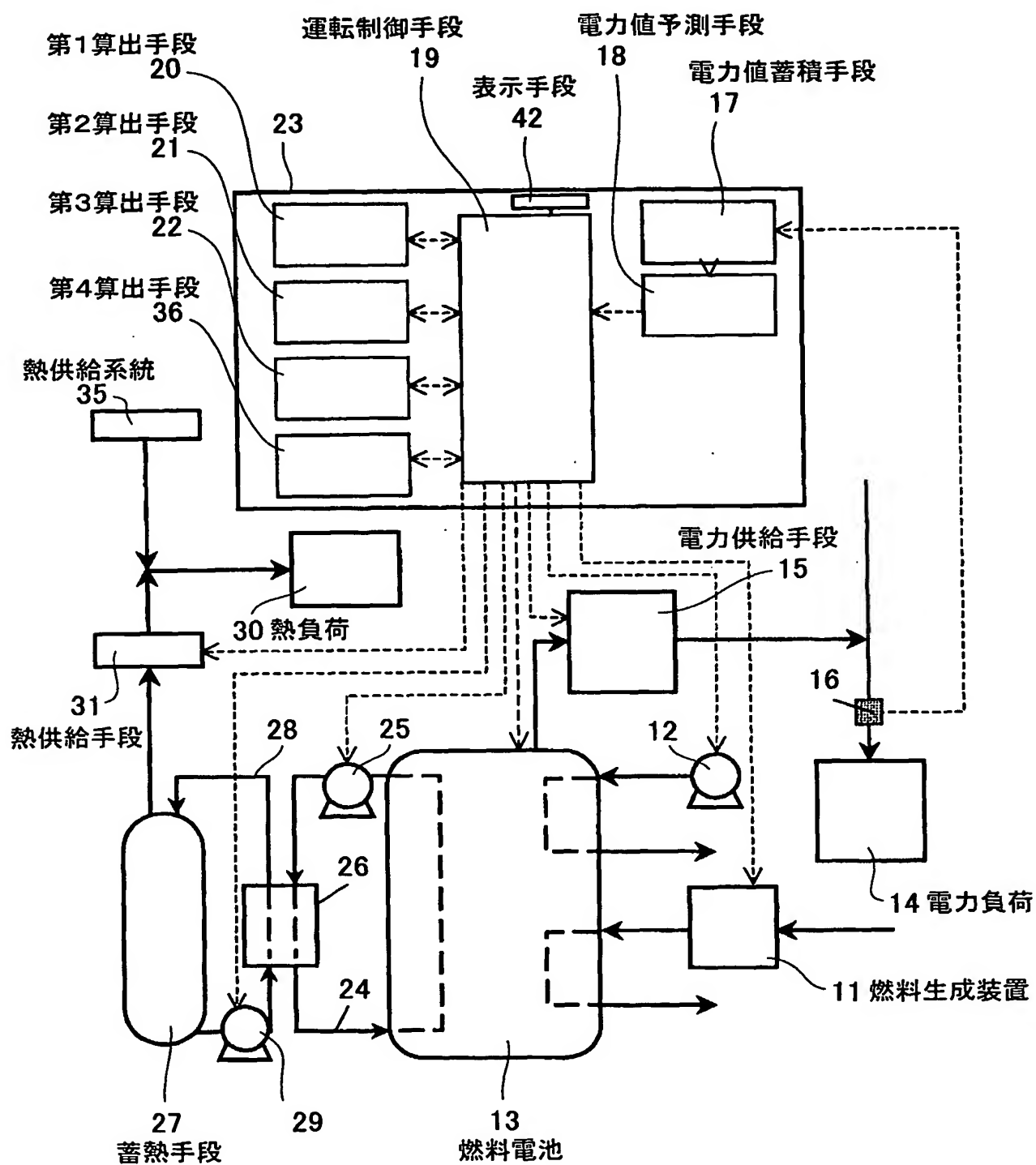


図 6

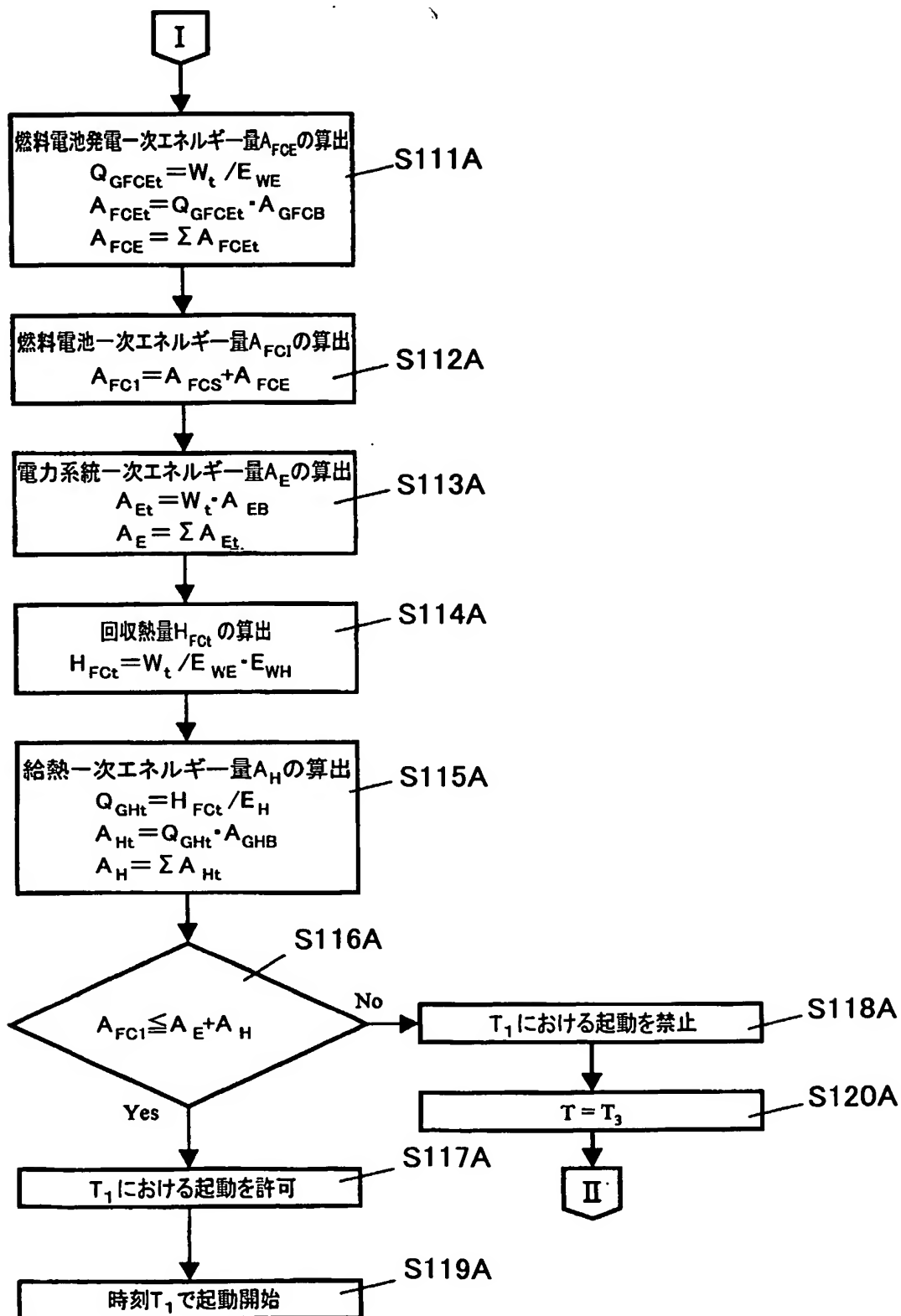


図 7

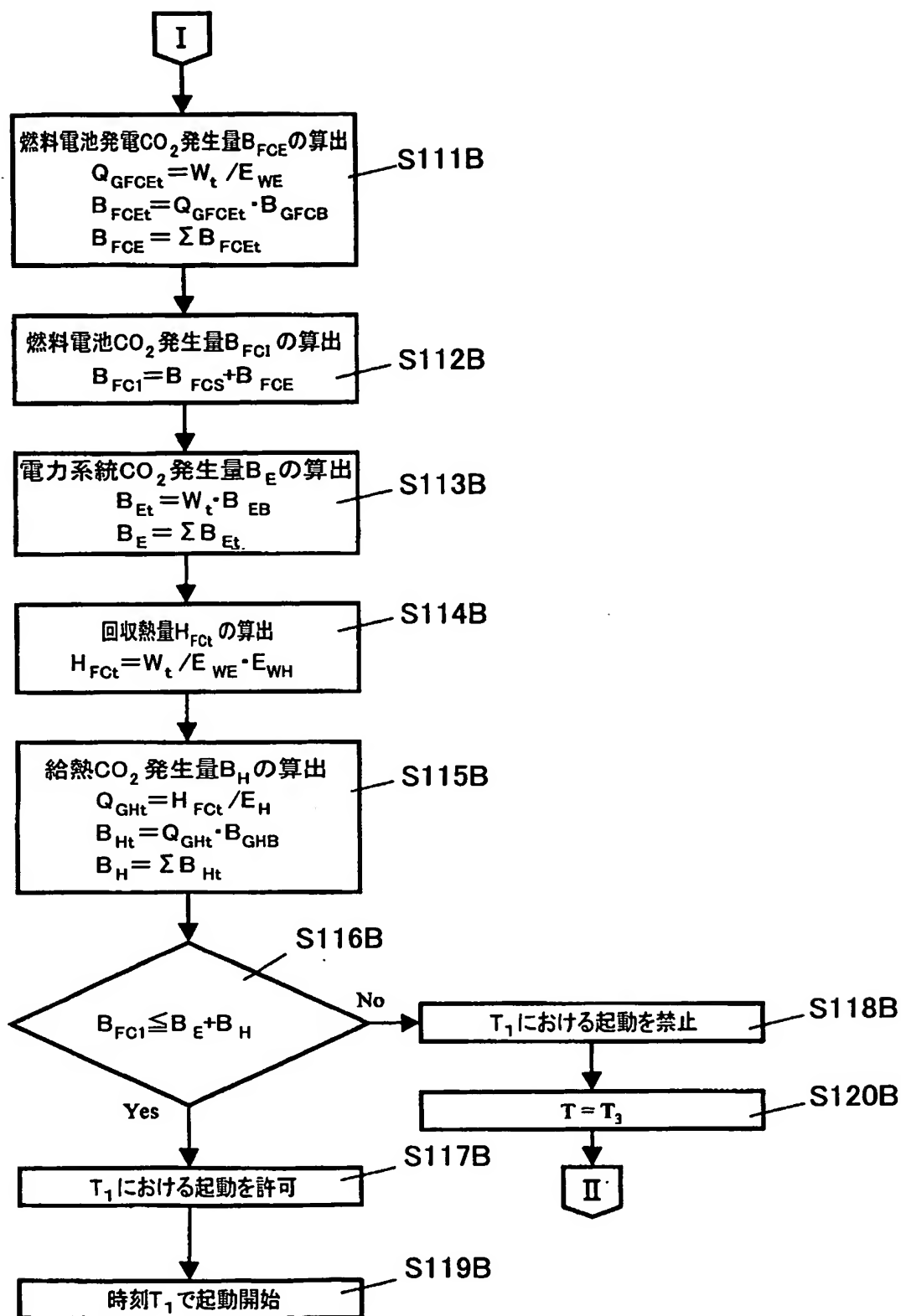


図 8

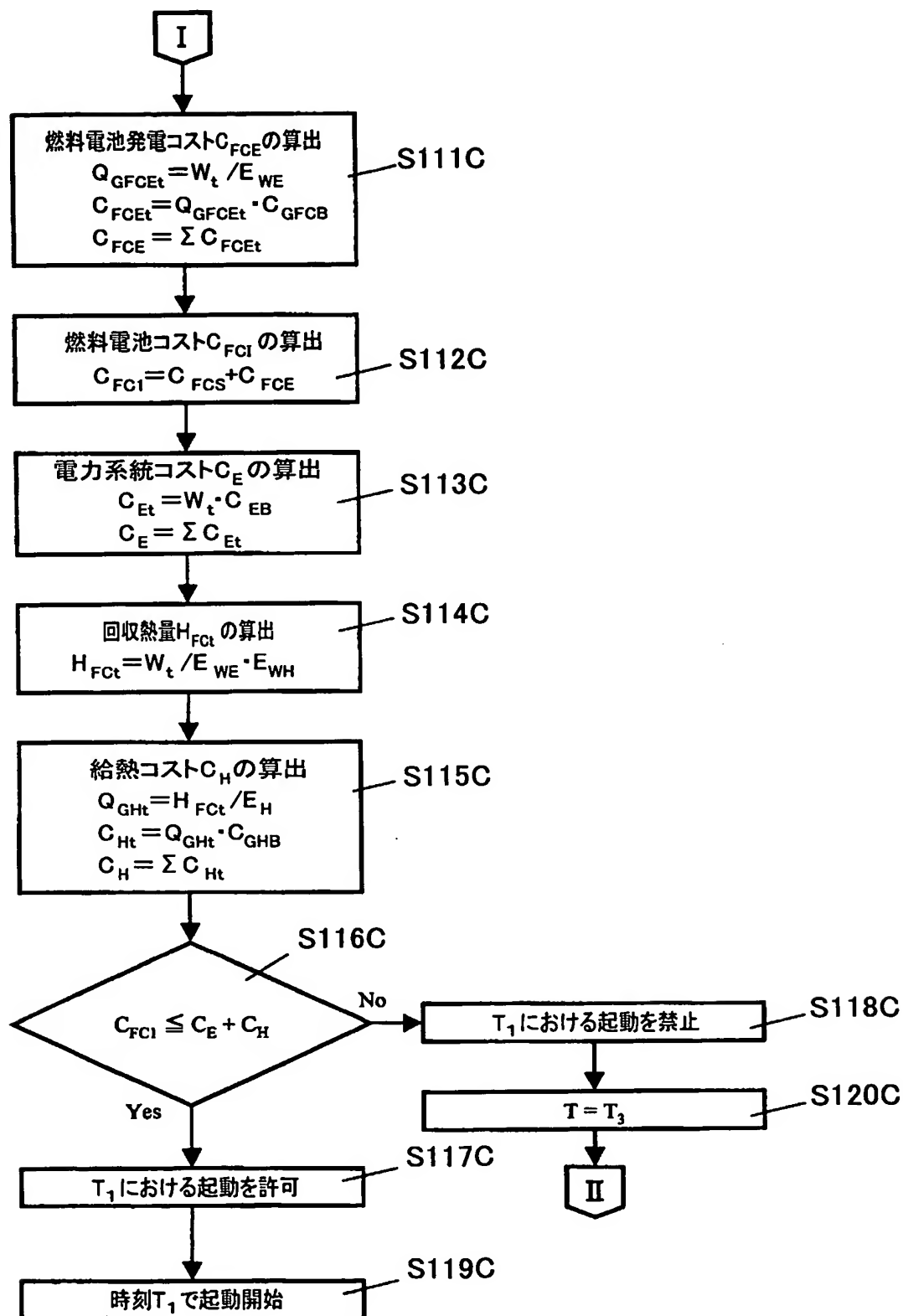


図 9

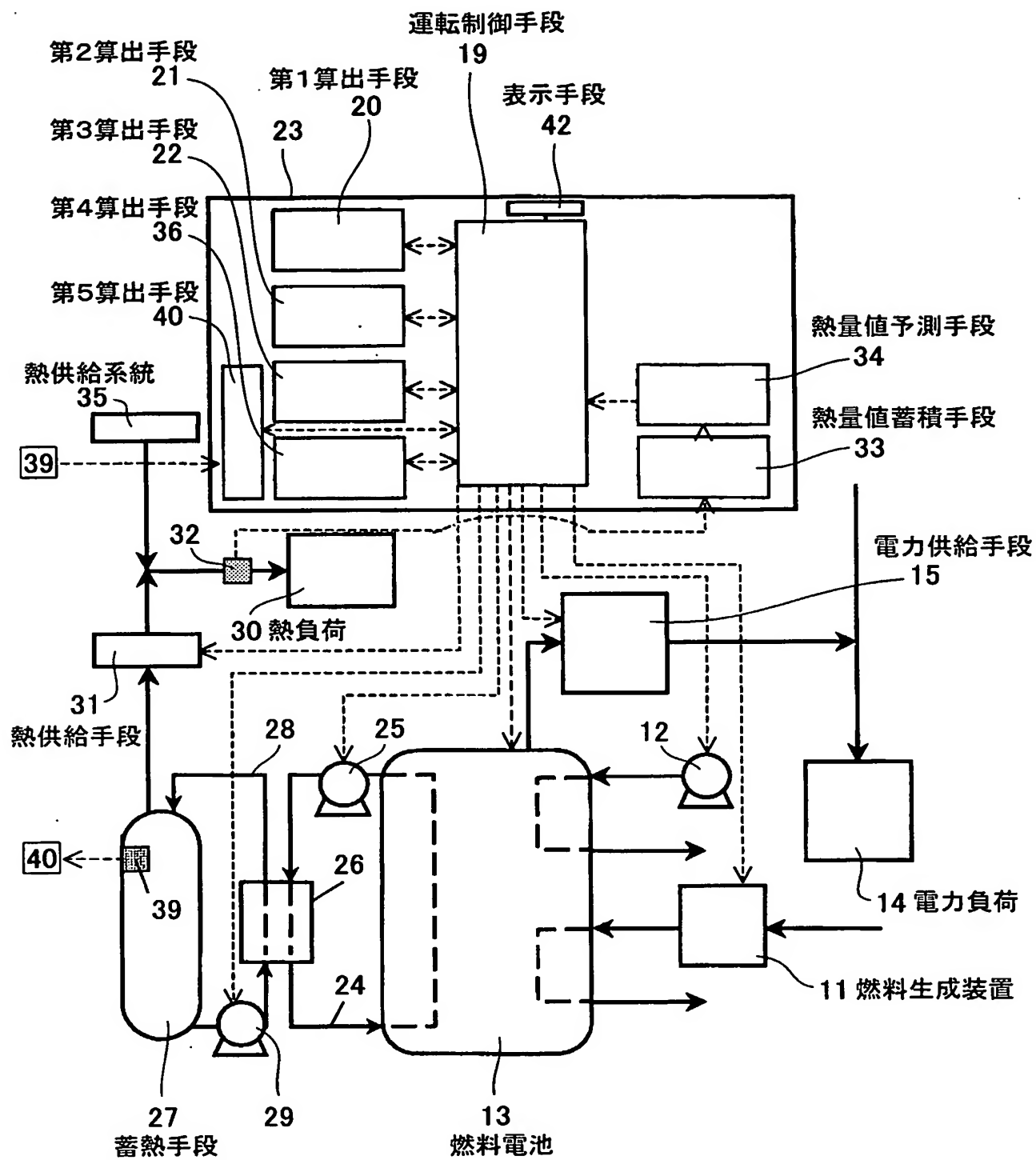


図 10

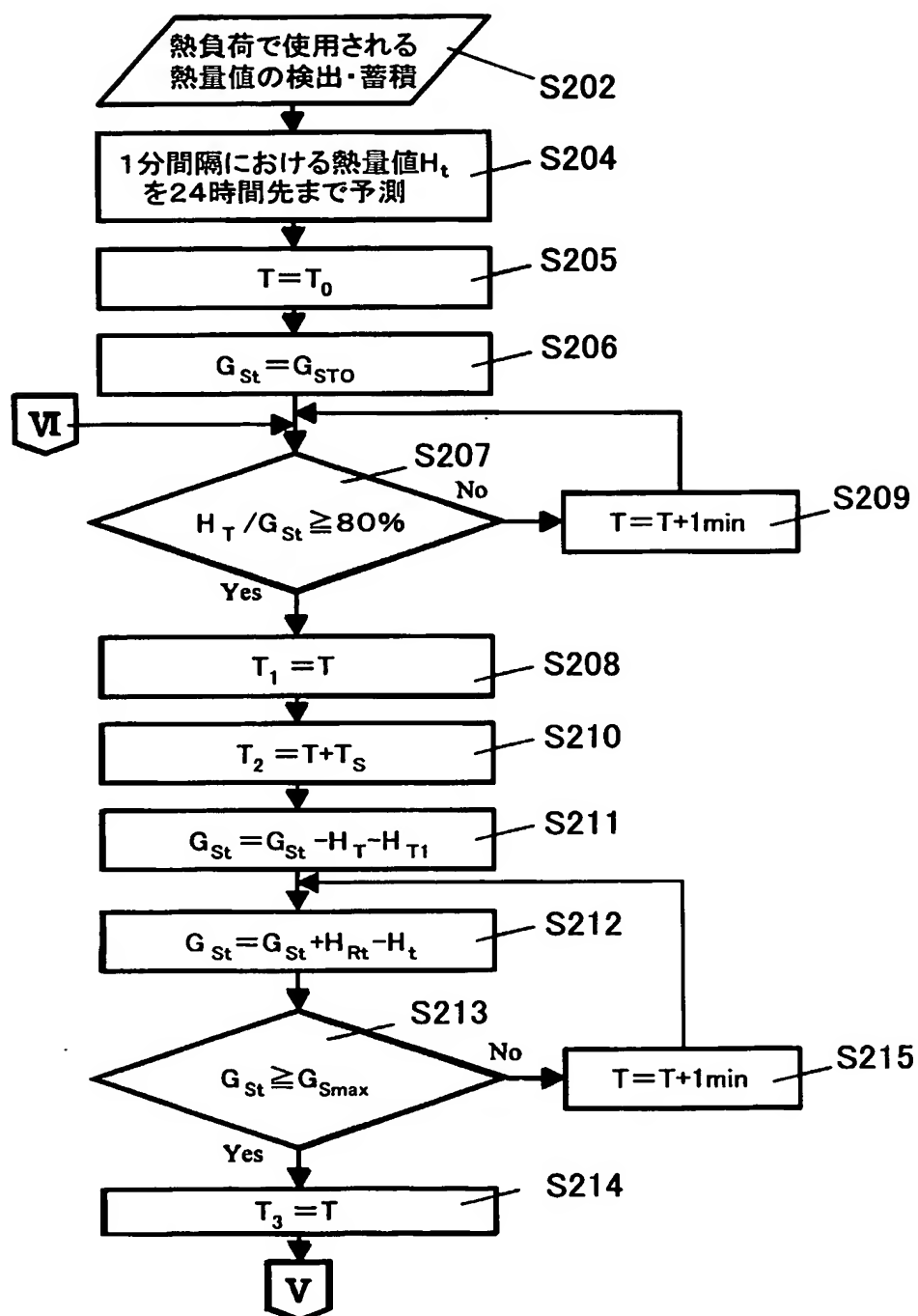


図 11

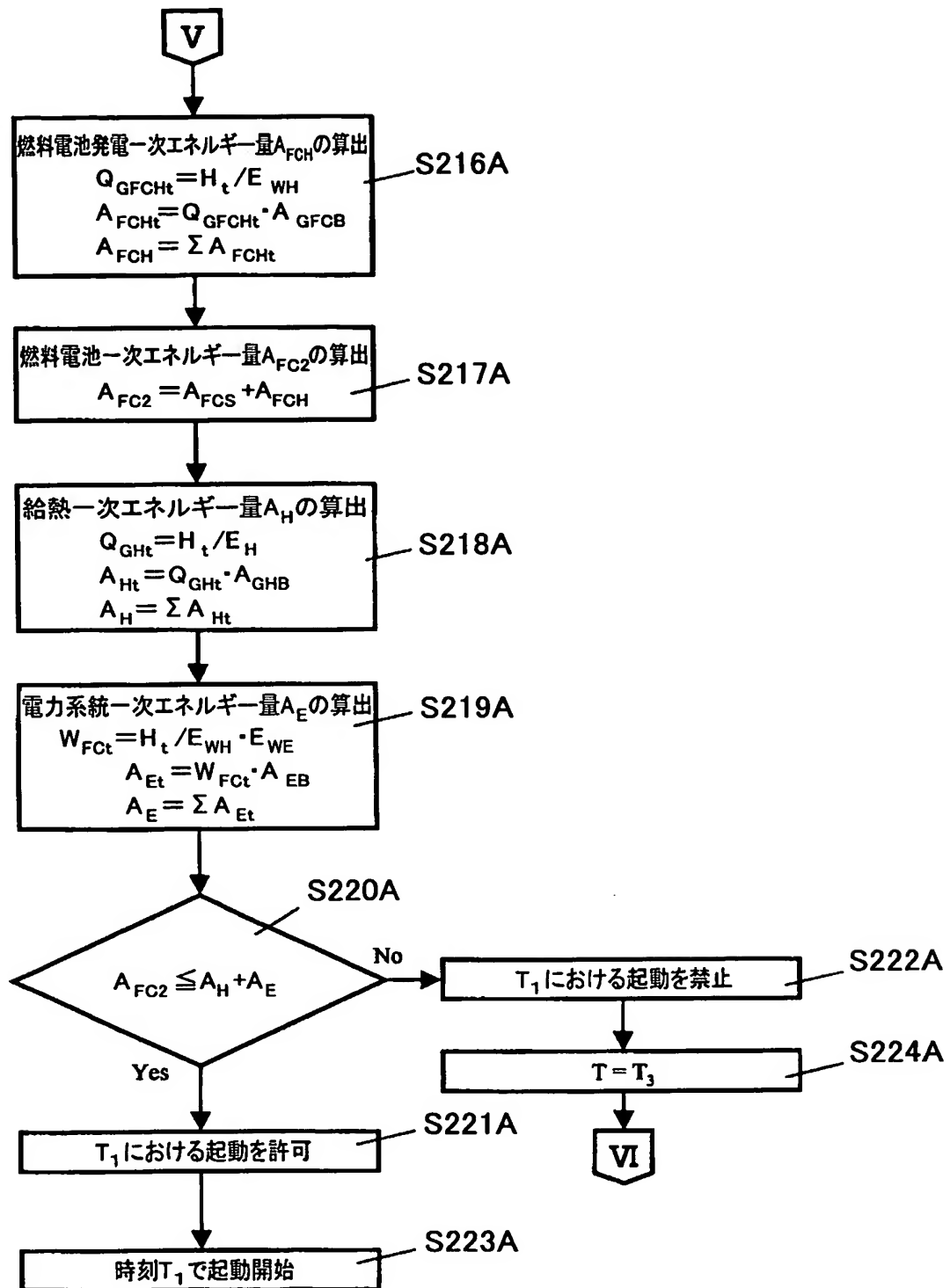


図 12

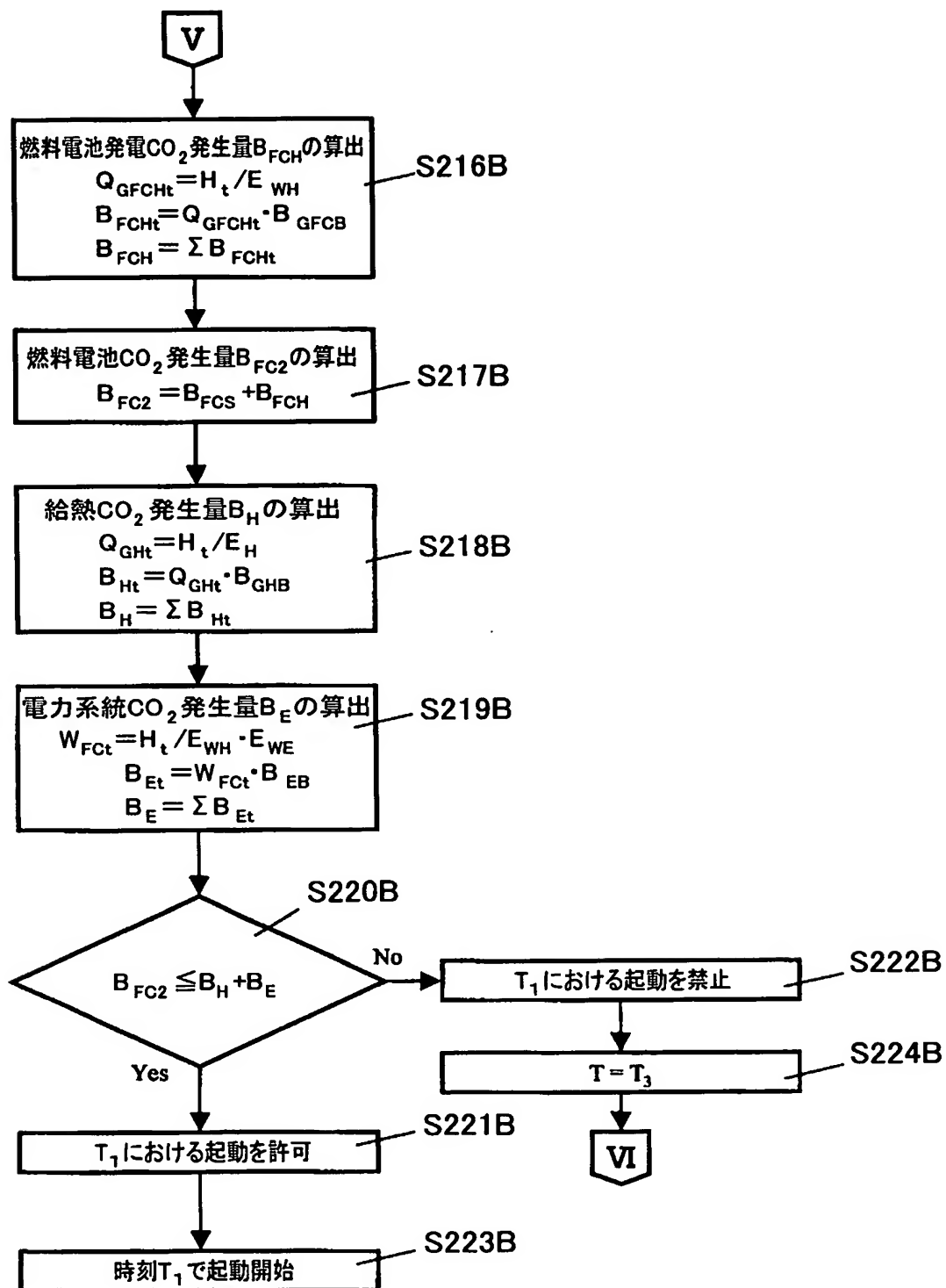


図 13

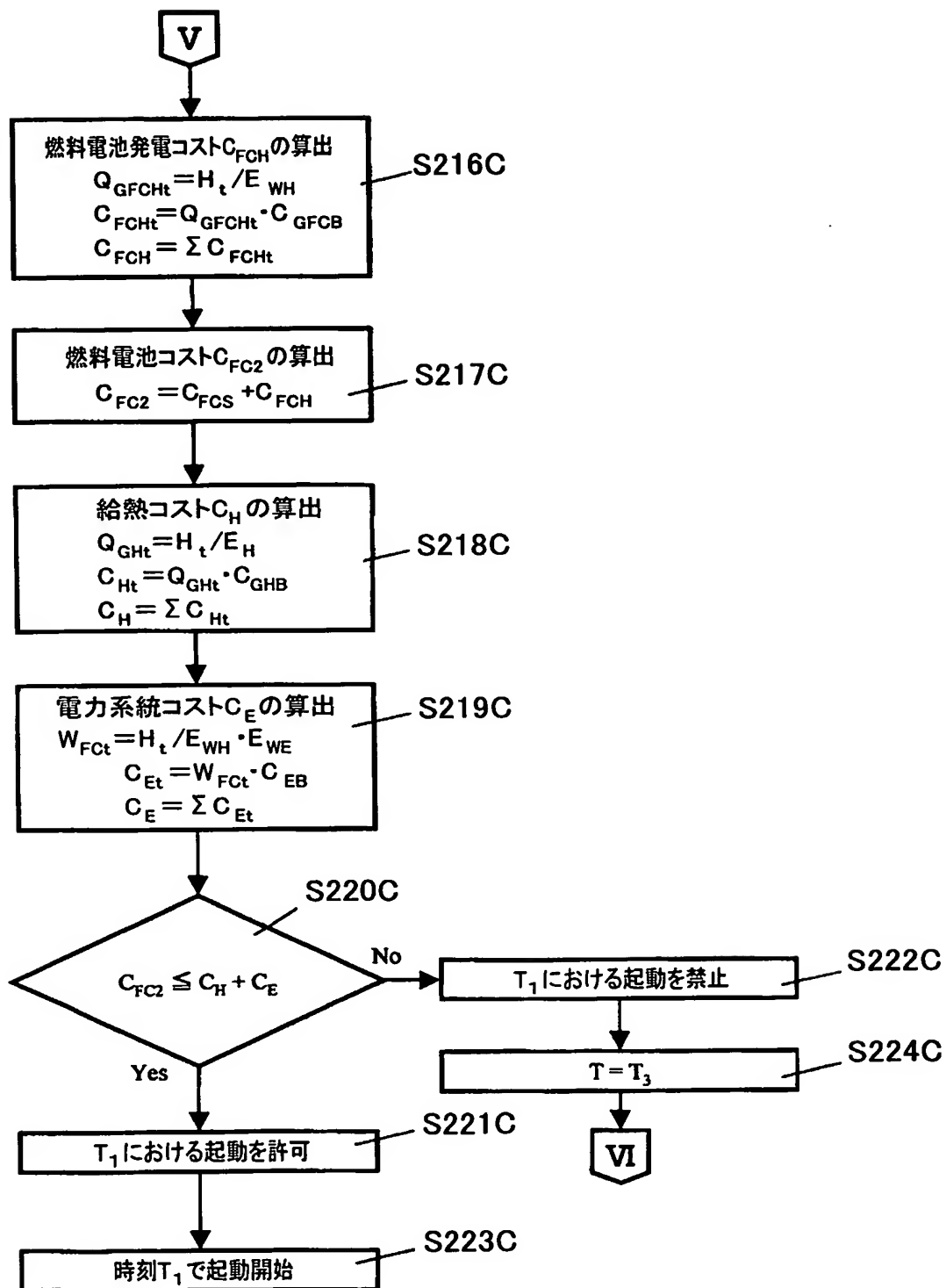


図 14

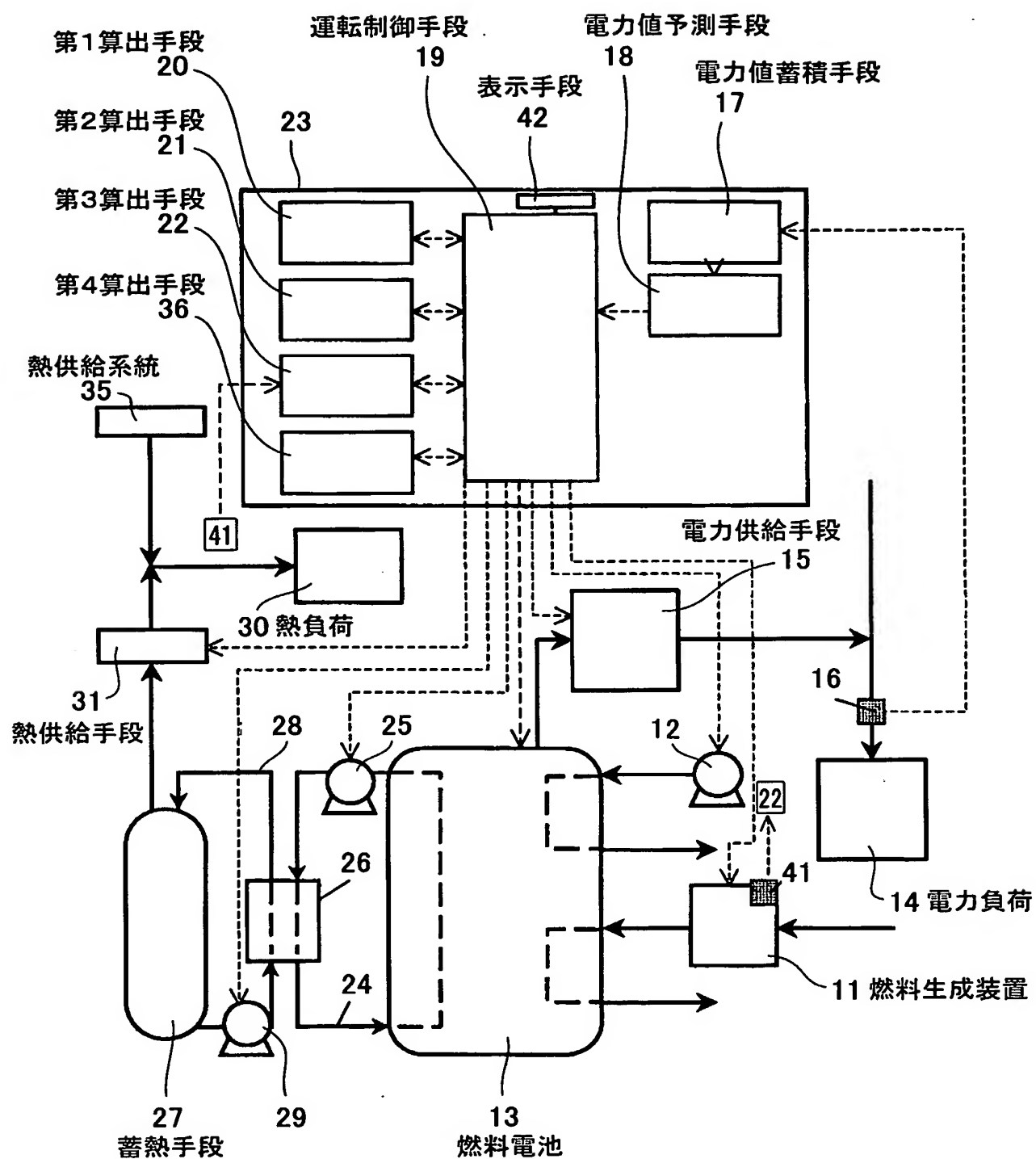


図 15

16/18

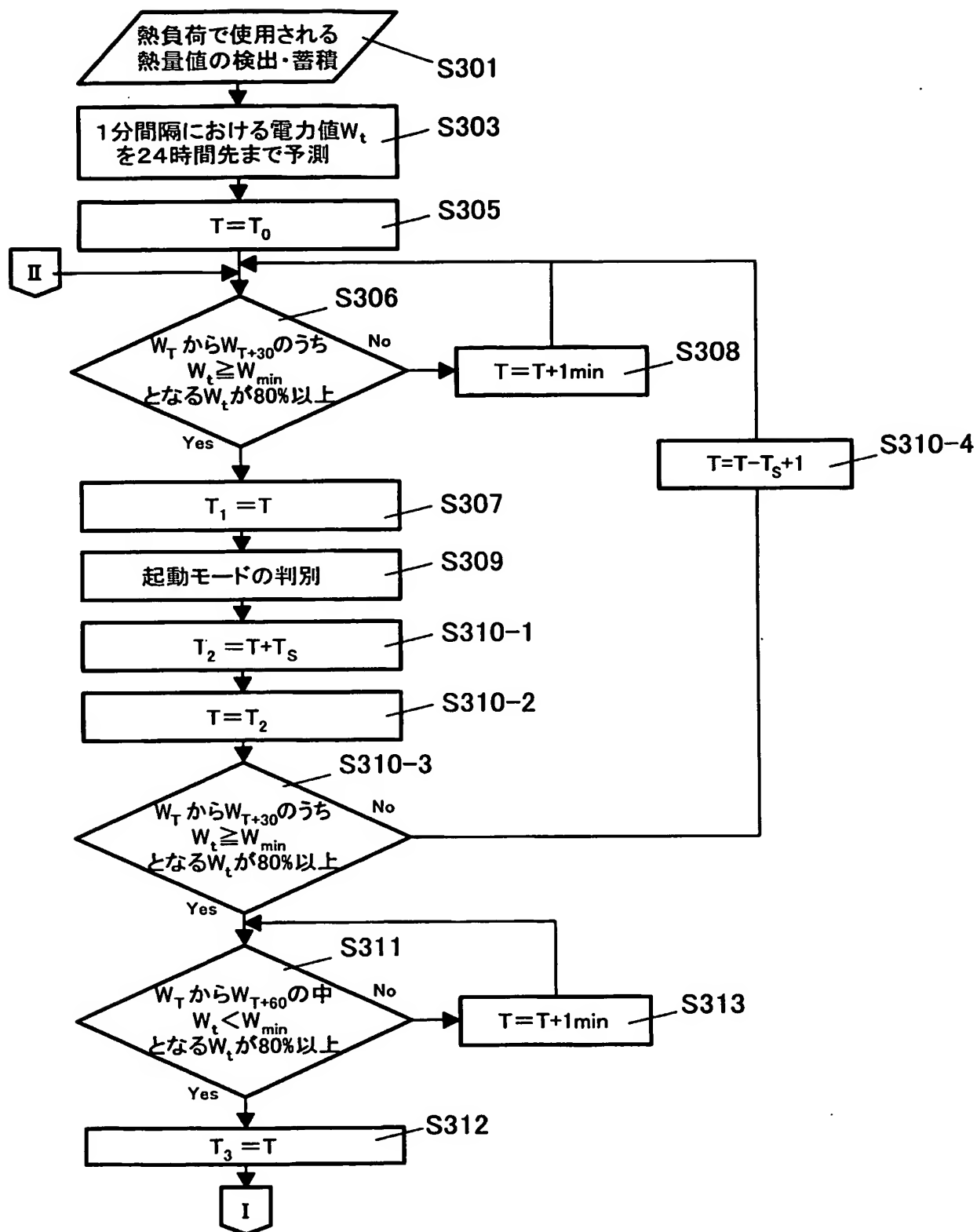


図 16

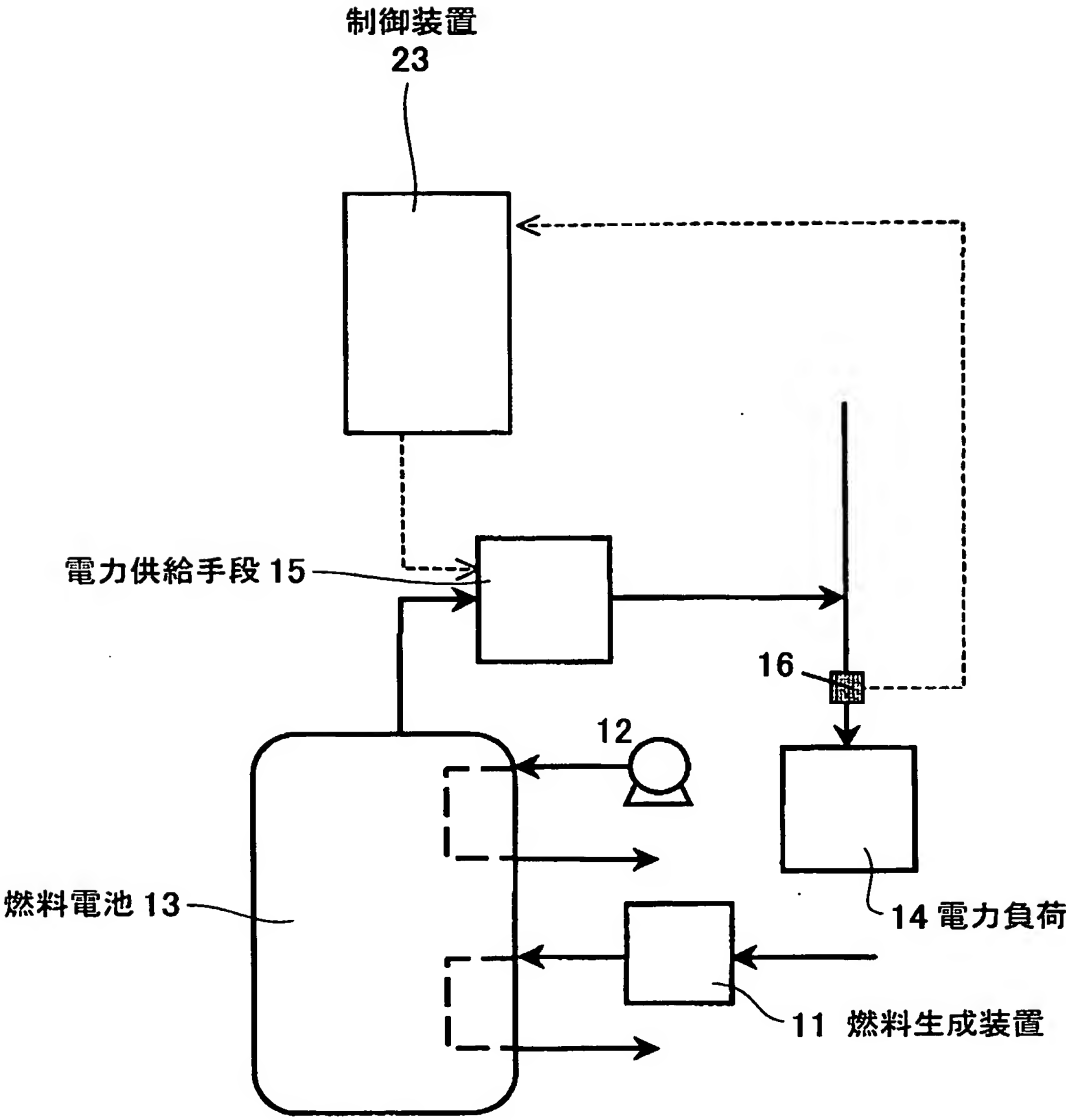


図 17

参照符号一覧表

1 1	燃料生成装置
1 2	酸化剤供給手段
1 3	燃料電池
1 4	電力負荷
1 5	電力供給手段
1 6	電力値検出手段
1 7	電力値蓄積手段
1 8	電力値予測手段
1 9	運転制御手段
2 0	第 1 の算出手段
2 1	第 2 の算出手段
2 2	第 3 の算出手段
2 3	制御装置
2 4	冷却水経路
2 5	冷却水ポンプ
2 6	熱交換器
2 7	蓄熱手段
2 8	貯湯水経路
2 9	貯湯水ポンプ
3 0	熱負荷
3 1	熱供給手段
3 2	熱量値検出手段
3 3	熱量値蓄積手段
3 4	熱量値予測手段
3 5	熱供給系統
3 6	第 4 の算出手段
3 9	蓄熱量検出手段
4 0	第 5 の算出手段
4 1	燃料生成装置温度検出手段
4 2	表示手段